Anno X - Nuova Serie N. 4

BOLLETTINO
DELLA R. STAZIONE DI PATOLOGIA VEGETALE

L'azione anticrittogamica dello solfo secondo vecchie e recenti ipotesi

Per quanto la proprietà fungicida dello solfo sia stata constatata già da molto tempo (1821) e che tale nozione abbia avute numerose applicazioni pratiche sin da quando si tentò di combattere con lo solfo il *calcino* (*Botrytis bassiana*) del baco da seta (1835), tuttavia a una nozione esatta del modo con cui quest'azione dello solfo si eserciti sui funghi non siamo ancora giunti.

Uno dei più antichi e più semplici tentativi di spiegazione dell'efficacia dello solfo nel combattere l'oidio della vite è quello che ha considerato tale efficacia come l'effetto di una protezione meccanica della superficie fogliare compiuta dalle minute particelle di solfo. Questa idea era sorta dalla constatazione che in alcuni casi le foglie della vite, coperte dalla polvere della strada, rimanevano immuni da oidio. Ma questa immunità non è spesso che temporanea e del tutto fortuita, come ha dimostrato Lüstner con numerose esperienze comparative eseguite con diverse polveri inerti (di strada, di ardesia, caolino, gesso ed altre), trovando che simili polveri possono costituire una protezione delle foglie contro l'oidio soltanto se formano sopra queste uno strato spesso e continuo.

Anche l'ipotesi, esposta dal Mach, che le particelle sferoidali di solfo funzionino come una lente ustoria quando su di loro cadono i raggi solari, non può essere accettata

come una spiegazione convincente. Si deve osservare a un tal riguardo che se in talune forme di solfo polverulento si possono trovare particelle sferoidali, in molte altre, e che pure sono dotate di elevato potere fungicida, le particelle sono di forma irregolare che in molti casi producono la dispersione della luce invece di una condensazione.

La possibilità di un'azione tossica per contatto è stata presa in considerazione dal Marès (1855), ma senza dare una spiegazione esauriente del meccanismo di tale azione.

Più recentemente l'ipotesi di un'azione per contatto è stata ripresa dal Muth, il quale molto ingegnosamente ha cercato di spiegarne il modo di svolgimento muovendo dalla nozione della sensibilità fotoelettrica del selenio e di quella minima dello solfo. Il Muth ha ammesso che sotto l'influenza della luce le molecole dello solfo emettino elettromi negativi e letali per il protoplasma delle ife fungine. Ma di una tale ipotesi non si è potuta dare alcuna dimostrazione sicura.

La possibilità di un'azione tossica dei vapori di solfo è stata ammessa sino dal 1873 dal Bechi, ma il minimo valore (dell'ordine di 1/1.000.000 di atmosfera) della pressione dei vapori di solfo alla temperatura di 50° C., ha reso sempre assai difficile ritenere che a una simile diluizione i vapori di solfo sieno tossici. Anche le relativamente recenti ricerche di Vogt (1924) hanno confermato questa stessa conclusione (1).

All'ipotesi dell'azione dello solfo per contatto o mediante la formazione di vapore deve essere connessa la interpretazione di recenti ricerche. Goodwin e Martin si sono occupati infatti in ricerche pubblicate nel 1928 e

---

(1) Durante la stampa di questo articolo Fonges-Diacon ha pubblicato alcuni risultati di ricerche eseguite sull'azione dei raggi ultravioletti sullo solfo in seguito alle quali egli si mostra molto propenso ad ammettere che la proprietà anticrittogamica dello solfo risieda nell'emissione di vapori che egli dice aver dimostrato verificarsi anche a temperature relativamente basse.

1929 dell'azione fungicida e acaricida dello solfo usato nelle serre con un metodo speciale che è stato sperimentato specialmente nella Stazione Agraria di Long Ashton (Bristol). L'azione tossica è esercitata dall'aria in cui lo solfo viene sottoposto ad elevate temperature (170°-230° C.). L'agente attivo in tali condizioni si trova allo stato gassoso ed attraversa un filtro di lana di vetro mantenuto alla temperatura della superficie riscaldata su cui trovasi lo solfo. Apposite ricerche chimiche hanno dimostrato che l'agente attivo non è il biossido di solfo nè l'idrogeno solforato, ma lo solfo elementare. Si tratta evidentemente di vapori di solfo i quali vanno a condensarsi sia sulla superficie degli organi aerei delle piante, sia sopra il micelio dei funghi o sul corpo degli acari.

La teoria dell'azione fungicida dello solfo basata sull'emissione di solfo gassiforme dallo solfo deposto sopra una superficie fortemente riscaldata era stata già elaborata e sottoposta a numerose esperienze nella Stazione Agraria di Long Ashton ad opera del Barker sino dal 1919. Secondo questo Autore la forma attiva dello solfo nelle condizioni anzidette non sarebbe il vapore ma particelle solide di solfo che verrebbero emesse continuamente dalla superficie del metalloide riscaldato. Quando dell'aria, ricca di tali particelle, viene fatta passare attraverso l'acqua si forma una sospensione di solfo colloidale, d'altra parte la stessa aria perderebbe ogni tossicità per i funghi quando sia fatta attraversare un filtro, ciò che starebbe a dimostrare secondo Barker e Wallace che l'agente attivo non può essere il vapore di solfo. È però stato dimostrato da Goodwin e da Martin come è stato già detto, che se il filtro è riscaldato ad una temperatura conveniente l'agente attivo non è più trattenuto. Si deve dunque ammettere che si tratta di vapore di solfo facilmente condensabile a temperature inferiori a quella di fusione dello stesso solfo. Ma tralasciando di discutere questa particolare teoria del Barker, è da spiegare in qual modo le minutissime particelle di solfo che si con-

densano sopra le foglie, i funghi, o gli acari, possano esercitare su questi la loro azione tossica. Il Barker stesso ha cercato con molte esperienze di dimostrare che lo solfo subisce una riduzione ad opera dello stesso organismo vivente su cui esso si deposita, riprendendo in considerazione la vecchia ipotesi del Selmi (1857) e del Pollacci (1862), i quali avevano ritenuto di poter attribuire l'azione fungicida dello solfo ad una sua lenta idrogenazione a contatto dei funghi e delle foglie delle piante, per cui si originerebbe idrogeno solforato, che notoriamente è assai tossico per i funghi.

Il Barker ha sperimentato su piante di fragola in vaso e su conidi di *Monilia fructigena*. Per svelare la presenza di idrogeno solforato ha adoperato la carta all'acetato di piombo. È risultato che le foglie giovani solforate provocavano un intenso imbrunimento della carta reattiva, mentre le foglie vecchie producevano una reazione assai meno intensa, la quale non è più constatabile con l'avvicinarsi dell'inverno. La reazione avviene solo sulla pagina inferiore delle foglie, ciò che dimostra la necessità della presenza degli stomi, ed avviene tanto alla luce che all'oscurità. Le foglie distaccate dalla pianta provocano ancora la reazione se il picciolo è immerso nell'acqua. Gli stessi risultati sono stati ottenuti con graminacee e rosacee. Anche delle colture di micelio di *Monilia fructigena*, leggermente cosparse di varie forme di solfo, hanno determinato la reazione caratteristica dell'idrogeno solforato. È da notare che gli effetti tossici dello solfo adoperato sono stati constatati tutte le volte che il valore del PH era compreso fra 4,2 e 5,4, un valore cioè che corrisponde a quello dell'acido pentationico, considerato come agente tossico per i funghi da un'altra ipotesi di cui sarà detto più oltre.

Anche le ricerche di Marsh hanno confermato la formazione di idrogeno solforato per riduzione dello solfo a contatto di miceli fungini o di spore in germinazione. Esperienze eseguite su spore di *Botrytis cinerea* e di

Monilia fructigena poste in goccia pendente hanno dimostrato che è sufficiente la concentrazione di 1 :8000 a 1 :3000 di H_2S nell'aria per impedire la germinazione. Eguali risultati sono stati ottenuti sperimentando su spore di *Fusicladium dentritichum, Cladosporium herbarum, Penicillium brevicaule* e *Physalospora miyabeana.* Le spore di *Monilia cinerea* non germinarono in presenza di H_2 S nella diluizione del 1 :40.000.

In qual modo avvenga l' idrogenazione dello solfo sotto l'influenza dell'organismo vivente ha cercato di investigare il Barker sperimentando col *Saccharomyces anomalus* (*Willia anomala*). L'aggiunta di fiori di solfo ad una coltura pura in fermentazione di questo microrganismo è seguita da un abbondante sviluppo d'idrogeno solforato. Le ricerche per stabilire come avvenga la riduzione dello solfo hanno potuto dimostrare che il fattore riducente è costituito da una sostanza o da sostanze emesse dall'organismo. L'idrogeno solforato apparirebbe come un prodotto finale, formandosi dapprima un composto di solfo più complesso. Secondo il Barker è molto probabile che la sostanza ad azione riducente sia riferibile al glutatione.

Il Martin, discutendo i risultati delle proprie esperienze sull'azione dello solfo contro la *Sphaerotheca humuli,* ha sostenuto l'ipotesi dell'idrolisi dello solfo che viene a contatto col fungo. Questa sua opinione sarebbe basata sul fatto, emerso dalle esperienze, che l'azione fungicida dello solfo era aumentata dalla presenza di alcali. Come è noto, l'acali è un acceleratore di un simile processo di idrolisi, mentre gli acidi lo ostacolano. Così si spiegherebbe la diminuizione o la scomparsa di efficacia delle soluzioni colloidali di solfo nelle quali viene aggiunto gelatina o saponina che hanno reazione acida. La proprietà fungicida può essere ripristinata in queste miscele quando vi sia aggiunto un alcali.

Sperimentalmente è stato anche dimostrato uno stretto rapporto fra l'azione fungicida delle diverse miscele spe-

rimentate e il grado d'imbrunimento da loro prodotto su lamine di rame che vi erano immerse. Mentre l'imbrunimento era notevolmente marcato nelle soluzioni alcaline, era nullo nelle soluzioni acide.

Secondo dunque l'opinione di Martin i primi prodotti della reazione fra solfo ed acqua sarebbero l'idrogeno solforato e l'acido solfossilico, chimicamente affine all'acido tiosolforico al quale da altra ipotesi che ora sarà esposta è stata attribuita l'azione fungicida dello solfo.

In contrapposto alle ipotesi che ammettono un'idrogenazione dello solfo a contatto delle foglie o dei funghi stanno le ipotesi che basano sopra un'ossidazione l'origine dei composti di solfo ad azione anticrittogamica. Si può dire anzi che la lenta ossidazione delle polveri di solfo all'aria e alla luce con produzione di anidride solforosa e relativo acido solforato insieme a piccole quantità di anidride solforica (e di acido solforico) ha costituito per lungo tempo l'unica spiegazione delle proprietà anticrittogamiche di questo metalloide che sia stata più ampiamente accettata nel campo della fitopatologia. Sino dal 1879 E. Mach, e poi nel 1884 insieme a Portele, ha eseguito analisi di aria presa intorno a viti solforate, trovando un contenuto di biossido di solfo di 0.0047% in peso. Mach e Portele hanno anche constatato che la temperatura aveva una sensibile influenza nella formazione di SO_2 giacchè a —3° C. ne hanno riscontrato tracce non ponderabili, mentre a 59° C. ne trovarono 0.0092% in peso. Anche Basarow nel 1882 aveva avuto dei risultati simili. Come ha fatto osservare Vogt (1924), queste esperienze non sono affatto convincenti poichè non sono state completate da prove di controllo e quindi s'ignora se il SO_2 proveniva veramente dall'ossidazione dello solfo deposto sopra le viti o avesse altra origine. Si deve inoltre osservare che molti solfi del commercio contengono, per adsorbimento, quantità non trascurabili di acidi, di SO_2 ne è stato trovato anche il 0.282% e persino il 0.353%.

Contributi sperimentali all'ipotesi suddetta portarono, oltre ai sunnominati autori, il Moritz (1880), il Sestini e il Mori (1891), il Windisch (1901) e il Moissan (1903).

Nelle sue ricerche già citate, il Fonges-Diacon ha preso in considerazione l'azione della luce solare sopra le polveri di solfo (specialmente su solfo sublimato) applicate sopra le piante. Egli aveva già stabilito in ricerche precedenti che l'azione fotochimica della luce solare, attraverso il vetro, attiva più energicamente la retrogradazione dello solfo che non faccia il calore solare oscuro. Egli ha poi trovato che la luce solare totale, cioè senza eliminazione dei raggi ultravioletti, fatta agire sullo solfo contenuto in recipiente di quarzo, chiuso ermeticamente ed esposto alla luce solare durante 90 giorni, favorisce l'ossidazione dello solfo. L'Autore però si domanda se la piccola quantità di anidride solforosa trovata in più nel recipiente esposto alla luce solare possa veramente esercitare un'azione fungicida nelle condizioni naturali in cui la quantità di solfo per unità di superficie è molto minore e la durata di esposizione alla luce diventa oltremodo ridotta per effetto dell'asportazione dello solfo per opera del vento e della pioggia.

Questo dubbio circa l'azione del SO_2 nelle condizioni nelle quali lo solfo deve agire quando si trova deposto sugli organi aerei delle piante e più che altro l'opinione che anidride solforosa non si formi affatto, si trovano accentuati già nel lavoro di Marcille (1873), che per condizioni sperimentali offriva meno cause di errore di quello di Fonges-Diacon (1). Da polvere di solfo, chiusa in un apposito recipiente di vetro, esposta alla luce e in pre-

(1) Mentre Marcille analizzava l'aria che circolava sopra lo zolfo, Fonges-Diacon si è limitato ad analizzare l'aria restata confinata per 3 mesi in un recipiente di quarzo chiuso con tappo imparaffinato, con escursioni della temperatura assai notevoli e quindi in condizioni variabili di pressione, con la possibilità di fughe dell'aria interna e di successive penetrazioni di aria esterna, o per lo meno in condizioni sfavorevoli di ossidazione.

senza di umidità e con rinnovamento d'aria durante una intera estate, Marcille potè ottenere soltanto la formazione del 0,22% di SO_2. Anche Muth (1920) non ottenne dei risultati tali da confermare che l'azione anticrittogamica dello solfo possa risiedere sopra la formazione di anidride solforosa.

Per quanto le esperienze di Muth lascino adito ad alcune obiezioni, i risultati ottenuti posteriormente da Vogt (1924) portano un'autorevole conferma alla conclusione suddetta. Da rigorose esperienze è restato ben dimostrato che sotto la sola influenza della luce, dell'aria e dell'umidità, lo solfo elementare, finemente diviso, non si ossida con formazione di biossido. Che in queste stesse condizioni Vogt non abbia constatato alcuna riduzione dello solfo in idrogeno solforato non esclude affatto che tale processo possa avvenire sulle foglie delle piante o a contatto del micelio o delle spore dei funghi, come è stato dimostrato dalle ricerche che ho esposto in precedenza.

La possibilità di un'ossidazione dello solfo esposto all'aria, in rapporto allo svolgimento della sua azione anticrittogamica, è stata presa in considerazione da Young (1922) relativamente alla formazione di acido pentationico che rappresenterebbe il composto tossico dello solfo più comunemente constatabile nelle polveri di solfo applicate sulle piante, essendo questo acido del tutto adsorbito dalle particelle del metalloide. Prove della tossicità dell'acido pentationico sono state ottenute da Young e Williams usando solfo liberato o non da questo acido contro le spore di *Monilia cinerea* e *Fusicladium dendritichum*. È stato trovato in tal modo che l'acido pentationico era decisamente tossico per questi due funghi nella concentrazione del 0.0062%. Una controprova è stata fatta trattando lo solfo con ammoniaca per distruggere l'acido pentationico e quindi ristabilendo l'acidità sino a PH = 6 o meno con acido cloridrico. In tali condizioni le spore hanno germinato normalmente. La

prova di germinazione va eseguita immediatamente dopo i suddetti trattamenti, giacchè dopo alcun tempo, in presenza di ossigeno e dell'umidità, l'acido pentationico si rigenera.

L'acido pentationico puro non è completamente distrutto dalle basi, come Ca $(OH)_2$, KOH o Na OH. Queste danno origine ai relativi pentationati, i quali non sono tossici per i funghi, ma riacquistano la tossicità quando se ne porti il PH = 6 o meno di 6 con acido cloridrico. Questi fatti starebbero a spiegare la minima efficacia riscontrata nei composti commerciali di solfo basici.

Ulteriori ricerche di Liming e di Young (1930) hanno potuto far constatare a questi Autori che di numerosi acidi dello solfo posti in prova per la loro tossicità contro la *Monilia cinerea*, l'acido pentationico è stato quello che ha mostrato una marcata azione fungicida. Il filtrato ottenuto da solfo precipitato e da fiori di solfo, contiene acido pentationico in quantità sufficiente per riuscire tossico sul fungo suddetto. Il solfo liberato completamente dall' acido pentationico, esposto all'aria per 8 giorni riacquista la sua tossicità primitiva.

La formazione di acido pentationico è accelerata se allo solfo viene unito un agente ossidante, come permanganato di potassio in polvere o biossido di manganese. Le esperienze eseguite in campo se hanno dimostrato un aumento dell'azione anticrittogamica, hanno però reso evidenti gravi danni alle foglie nel caso della miscela con permanganato, mentre nessun danno si è verificato per l'aggiunta del biossido di manganese. L'impiego di agenti ossidanti insieme allo solfo è stato trovato notevolmente vantaggioso da Lee e J. P. Martin (1927 e 1928) i quali in alcuni casi hanno potuto constatare una minore infezione di *Helminthosporium Sacchari* del 20% del controllo mentre lo solfo puro aveva fatto diminuire la stessa infezione solo dell'8%.

Le esperienze di Roach e di Glynne sopra la tossicità di alcuni composti dello solfo contro il *Synchytrium en-*

dobioticum, hanno alquanto infirmato le asserzioni di Young e dei sostenitori della sua ipotesi. Roach e Glynne, sperimentando con l'acido solforico ($H_2 SO_4$), con l'acido solforoso ($H_2 SO_3$), con l'acido ditionico ($H_2 S_2 O_6$), con l'acido tritionico ($H_2 S_3 O_6$), con l'acido tetrationico ($H_2 S_4 O_6$) e con l'acido pentationico ($H_2 S_5 O_6$), hanno trovato che il grado di tossicità di questi acidi era in diretta dipendenza della concentrazione dei loro ioni di idrogeno, contrariamente a quanto era risultato dalle esperienze di Young e di Williams. Così pure le soluzioni dei sali neutri di questi acidi, che non sono tossiche, acquistano la tossicità se sono acidificate, probabilmente per la formazione di acido tiosolforico ($H_2 S_2 O_3$).

Wilcoxon e Mc Callan, in una lunga ed accuratissima serie di esperienze per determinare la tossicità dello solfo in varie forme sopra le spore di *Botrytis, Macrosporium, Sclerotinia* e *Uromyces,* hanno cercato di stabilire il grado comparativo dell'azione fungicida dell'acido pentationico, solforico e dell'idrogeno solforato. La tossicità dei due acidi è risultata proporzionale alla concentrazione dell'ione di idrogeno come nelle ricerche di Roach e di Glynne. L'idrogeno solforato è stato riscontrato come molto più tossico dei due acidi suddetti. I sali neutri dell'acido pentationico diventavano tossici per la *Sclerotinia americana* solo quando erano trattati con soda caustica che distrugge il pentationato e si origina solfo sotto forma colloidale.

Da molti campioni di solfo pulverulento sono stati ottenuti estratti acquosi allo scopo di sperimentarne la eventuale azione tossica per il presumibile loro contenuto in acido pentationico, ma nessuna prova della loro azione fungicida si rese evidente.

Un campione di solfo in polvere, trattato con soda caustica per liberarlo dall'acido pentationico e solforico, presentava la stessa tossicità tanto prima che dopo il trattamento.

Wilcoxon e Mc Callan hanno dunque concluso da si-

mili risultati che l'acido pentationico non deve prendere una parte importante nell'azione anticrittogamica dello solfo.

Di questa opinione è anche Fonges-Diacon secondo il quale le piccole tracce di acido pentationico che possono formarsi per l'ossidazione dello solfo a contatto dell'aria, sarebbero troppo esigue per spiegare l'elevata azione distruttrice dello solfo contro l'oidio della vite.

Malgrado la disparità di opinioni sul meccanismo di azione dello solfo tutti gli sperimentatori sono d'accordo sul rapporto diretto che intercorre fra efficacia anticrittogamica e finezza della polvere di solfo adoperata.

Ciò dimostra che la reazione chimica, che si svolge fra le particelle di solfo e gli agenti ossidanti o riducenti con cui esse vengono a contatto e favorita dall'aumento di superficie è indispensabile a determinare l'azione fungicida. Non è escluso che in qualche caso quest'ultima venga provocata da un'ossidazione parziale dello solfo, come in altri casi essa si origini per effetto di una riduzione.

Allo stato attuale delle nostre nozioni sulla questione sarebbe prematuro voler formulare delle conclusioni, ma è però lecito sperare che una soluzione definitiva del problema sia raggiunta prossimamente.

L. Petri.

BIBLIOGRAFIA (1).

Barker B. T. P. and Wallace T. — *A new method of sulphur fumigation.* « Ann. Rept. Agric. and Hort. Res. Stat. Long Ashton, Bristol for 1921 » 1922, pag. 122. Cfr. anche lo stesso periodico 1919.

Barker B. T. P. — *Investigations on the fungicidal action of sulphur. Progress report.* « Ann. Rept. Agric. and Hort. Res. Stat. Long Ashton, Bristol for 1927 » 1928, p. 72. Cfr. anche « Ann. Appl. Biol. » XIII, 1926, p. 308.

---

(1) In questo elenco bibliografico non sono indicati che alcuni dei principali lavori sull'argomento.

Barker B. T. P. — *Investigations on the fungicidal action of sulphur. IV. Third progress report.* « Ann. Rept. Agric. & Hortic. Res. Stat., Long Ashton, Bristol for 1929 » [1930].

Basarow. — *Weinlaube*, XIV, 1882, p. 529.

Bechi E. — *Saggi di esperienze agrarie.* Fascicolo III, 1873, pag. 192.

Fonges-Diacon. — *Rôle physique et chimique des rayons ultra-violets sur le soufre sublimé.* « Progrès Agric. et Vitic. », XLVIII, 1931, pag. 155.

Goodwin W. and Martin H. — *The action of sulphur as a fungicide and as an acaricide.* Part I. « Ann. of Appl. Biol. » XV, 1928, p. 623.

Goodwin W. and Martin H. — *The action of sulphur as a fungicide and as an acaricide.* Part II. « Ann. of Appl. Biol. » XVI, 1929, pag. 93.

Killing C. — *Wein und Rebe,* I, 1919 p. 756 e II, 1920 p. 37.

Lee H. A. and Martin J. P. — *The development of more effective dust fungicides by adding oxidizing agents to sulphur.* « Science » N. S., LXVI, 1927, pag. 178.

Lee H. A. and Martin J. P. — *More effective dust fungicides by the use of oxidizing agents with sulphur.* « Industr. and Engin. Chem. » XX, 1928, p. 23.

Lewes V. — *On pentathionic acid* « Journ. Chem. Soc. London » XXXIX, 1881, p. 68.

Liming O. N. and Young H. C. — *Toxicity of sulphur to spores of Sclerotinia cinerea as affected by the presence of pentathionic and other sulphur acids.* « Journ. Agr. Res. » XL, 1930, pag. 951.

Lüstner G. — *Mitteil über Weinbau und Kellerwirtschaft* 1919, n. 7 e 8. (Sunto in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten) XXIX, 1919, p. 139.

Mach E. — *Weinlaube*, XI, 1879, p. 113.

Mach und Portele. — *Weinlaube*, XVI, 1884, p. 433.

Marcille. — C. R. Acad. Sc. 152, 1873, p. 780.

Marsh R. W. — *Investigations of the fungicidal action of sulphur. III. Studies on the toxicity of sulphuretted hydrogen and on the interaction of sulphur with fungi.* « Journ. Pomol. and Hort. Science » VII, 1929, p. 237.

Martin H. — *The hydrolysis of sulphur in relation to its fungicidal activity.* « Journ. Agric. Sci. » XX, 1930, p. 32.

Moissan. — *Combustion lente du soufre dans l'air.* « C. R. Acad. Sc. » 1903.

MUTH FR. — *Wein und Rebe*, II, 1920, p. 411.

POLLACCI E. — *Della ragione per cui il solfo uccide l'oidio della vite, e sulla emissione d'idrogeno libero dalle piante.* « Gazz. chim. ital. » V, 1862, p. 451.

ROACH W. A. and GLYNNE M. D. — *The toxicity of certain sulphur compounds to Synchytrium endobioticum, the fungus causing wart disease of Potatoes.* « Ann. of Appl. Biol. » XV, 1928, p. 168.

SALMON E. S. — *Discussion on the fungicidal action of sulphur.* « Ann. App. Biol. » XIII, 1928, p. 308.

SESTINI F. e MORI A. — *Come agisce lo zolfo contro l'oidio.* « Rend. R. Accad. Georgofili » VIII, 1890, p. 238.

Idem Idem. — *Studi e ricerche instituite nel laboratorio di Chimica agraria della R. Università di Pisa.* Fascicolo IX, 1899, p. 65.

SPRING W. — *Ueber die Nichtexistenz der Pentathionsäure.* « Liebigs Ann. Chem. » 199, 1879, p. 97 e 1882, p. 329.

VOGT E. — *Untersuchungen über den Schwefel.* « Angewandte Botanik » VI, 1924, p. 276.

WILCOXON F. and MCCALLAN S. S. A. — *The fungicidal action of sulphur: I. The alleged rôle of pentathionic acid.* « Phytopathology » XX, 1930, p. 391.

WINDISCH K. — *Ueber die Wirkungsweise, Untersuchung und Beschaffenheit des zur Bekämpfung des Oïdiums dienenden Schwefels.* « Landw. Jahrb. » XXX, p. 447.

WORTMANN J. — *Wein und Rebe*, I, 1919.

YOUNG H. G. — *The toxic property of sulphur.* « Ann. Missouri Bot. Gard. » IX, 1922, p. 403.

YOUNG R. C. and WILLIAMS R. — *Pentathionic acid, the fungicidal factor of sulphur.* « Science » N. S. LXVII, 1928, p. 19.

PETRIELLA

NUOVO GENERE DI PIRENOMICETE

SOMMARIO.

I. — Introduzione.

Nei primi mesi dell'anno in corso ebbi ad esaminare alcuni rami giovani di pero provenienti da Trieste i quali presentavano delle zone di corteccia screpolate e alterate profondamente per infezione di un *Cylindrocarpon* Wr., molto affine al *C. Willkommi* (Lind.) Wr. Per meglio classificare il parassita, che mi risultava un po' diverso dalla specie che comunemente causa il cancro del pero, posi i rami in apposite camere umide allo scopo di vedere se mi riusciva di ottenere anche lo stadio ascoforo; dopo una diecina di giorni le parti alterate dei rami si ricoprirono di una muffa bianca dovuta in gran parte a *Cylindrocarpon*, la quale però venne ben presto sopraffatta da altri funghi; e infine, il materiale dopo che venne lasciato a macerare in camera umida per diversi mesi ed esposto di quando in quando all'asciutto e all'aria libera, rimase interamente ricoperto di una muffetta grigiastra, cosparsa di numerosi corpi fruttiferi periteciali

e stilbacei, e di masse rossastre di ascospore espulse dall'ostiolo dei periteci maturi.

I periteci si presentavano nei loro caratteri simili a quelli di un pirenomicete studiato nel 1895 dal Boulanger [3], sotto il nome, completamente errato, di *Chaetomium cuniculorum* Fuck., che il Lindfors [17] nel 1920 credè di rinvenire a Stoccolma e denominò *Chaetomium Boulangerii* Ltfs., e simile anche ad un fungo descritto nel 1922 dallo Schmidt [23] col nome di *Microascus setifer* Sch.

Di queste specie non mi è stato possibile rintracciare gli essiccati e per questo mi debbo accontentare di accettare le descrizioni dei varii autori le quali peraltro sono molto accurate e riguardano spesso lo studio morfologico e culturale particolareggiato delle diverse forme di sviluppo e di riproduzione.

La mia specie si distingue da quelle studiate tanto dal Boulanger [3] e dal Lindfors [17], quanto dallo Schmidt [23], per un carattere essenziale e costante presentato dalle ascospore, che sono sempre inequilaterali mentre di tale carattere non si trova alcun cenno nei lavori degli autori qui ricordati i quali descrivono e illustrano sempre ascospore ellissoidali fusiformi.

Le caratteristiche generiche dei periteci, degli aschi e delle ascospore corrispondono quasi perfettamente, per cui sia la mia specie che le altre specie precedentemente descritte debbono rientrare in un medesimo genere di pirenomicete il quale non può essere *Chaetomium* Kunze, come hanno creduto il Boulanger [3] e il Lindfors [17], o *Microascus* Zukal come ha fatto lo Schmidt [23], nè altri generi affini che a me risultino fino ad oggi descritti. Per questo ho creduto opportuno istituire un genere nuovo di pirenomicete che qui descrivo.

II. — Caratteri generici e diagnosi.

I periteci sono globosi, sferici, ovoidali o leggermente depressi, di dimensioni mediocri; hanno l'ostiolo prominente formante spesso un breve rostro, conico o cilindrico, talora molto lungo, ma non ingrossato e slargato all'estremità ove anzi tende spesso ad attenuarsi; la parete è scura, fosco-olivacea o carbonacea, usualmente spessa, formata da più strati di elementi pseudoparenchimatici e rivestita esternamente di peli lunghi, semplici, olivacei o fuliginei, superiormente attenuati e quasi completamente ialini. Tali peli sono sottili e mai incrostati, flessuosi, raramente diritti e rigidi, e sono generalmente più abbondanti nella parte superiore dei periteci; talora rivestono anche il rostro, ma usualmente, specie quando è molto sviluppato tale organo rimane sprovvisto di un simile rivestimento, sebbene si presenti spesso rugoso e irregolare per essere cosparso di brevi ife scure e troncate, della lunghezza di pochi micron, le quali non mancano sovente anche nella parte sferica, dando a tutta la superficie dei periteci un aspetto più o meno sordido, non mai liscio e lucente (Fig. 1).

I periteci sono superficiali come nelle *Chaetomiaceae* e nelle *Sphaeriaceae*. Talora si presentano all' inizio semi immersi, o a maturità con la base incastrata nel substrato, ma tipicamente sono del tutto superficiali e aderiscono alla matrice con i peli che rivestono la loro base, funzionanti da rizoidi. Quando sono parzialmente immersi nella matrice i peli rizoidali mancano o sono così ridotti che i periteci appaiono inferiormente glabri o subglabri.

Gli aschi sono clavati o globosi, gelatinosi, con le otto spore irregolarmente ammassate come in un piccolo sacco, e con un pedicello non sempre visibile, il quale spesso scompare prima ancora della dissoluzione della parete che contiene le spore, non appena le ascospore sono pros-

sime alla maturità; ed è forse per questa ragione che Boulanger [3], Lindfors [17] e Schmidt [23] hanno riportato soltanto aschi sessili (Fig. 3, IV).

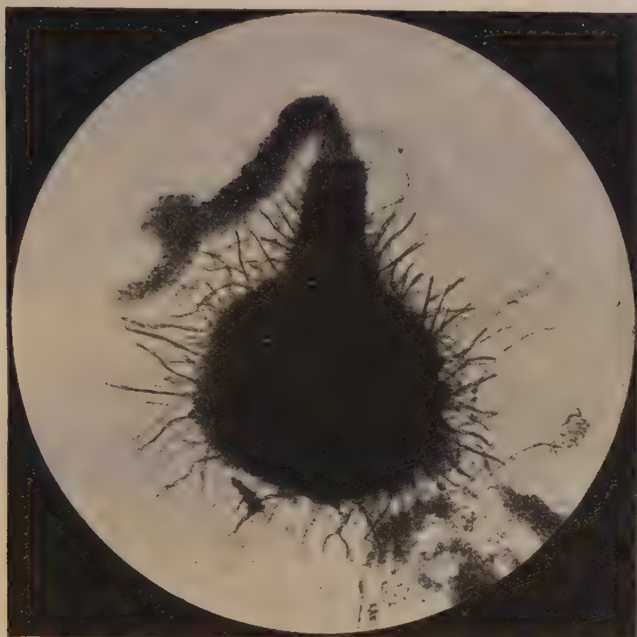


Fig. 1. — Peritecio di *Petriella asymmetrica* con lungo rostro (1) e cirro di ascospore in agar sintetico C. [7] in piastre. Microf. dell' A., × 150.

Le ascospore sono scure, colorate piuttosto vivacemente in giallo o in rosso; sono oblunge, ellissoidali, fusiformi e talora inequilaterali. Esse generalmente completano la loro maturazione al di fuori dell'asco, nell'interno del peritecio, ove rimangono avvolte da una sostanza mucil-

(1) Lo sviluppo del rostro in questo peritecio è superiore a quello che normalmente si osserva nei corpi ascofori della specie. Tale rostro è il più lungo che ho potuto osservare nei periteci di *P. asymmetrica* ottenuti su substrati nutritivi molto diversi.

laginosa, e vengono espulse dall'ostiolo in masse grumose giallo-rossastre le quali sovente formano dei cordoni simili a cirri che usualmente non raggiungono una notevole lunghezza ma che talora possono misurare alcuni millimetri (Tav. VIII, fig. 1).

Tali caratteri si possono riassumere nella seguente diagnosi :

Petriella n. gen.

(*Etym. a praeclaro professore Lionello Petri, rectore Regii Instituti Phytopathologici Romae*).

Perithecia superficialia, globosa, nigra, carbonacea v. submembranacea, clare ostiolata plerumque brevia rostrata, praedita pilis non ramificatis neque crustatis, longis, flexuosis, raro rigidis brevibusque; periphyses saepe prominentes ex ostiolo; asci globoso-saccati, clavati v. piriformes, aparaphysati, octospori, facile diffluentes, typice pedicillati; ascosporae continuae oblongo-ellipsoidales, interdum asymmetricae, sine ordine dispositae, irregulariter distichae v. tristichae, numquam monostichae, leves, fuscae v. acriter coloratae.

Status conidici noti maxima parte speciei distinguuntur: forma sparsa mucedinea ut est in genere Sporotrichi, *formis aggregatis tuberculariaceis ac stilbaceis ut est in generibus* Epidochii *et* Sporocybis.

III. — Affinità e posizione sistematica.

Per l'abbondante sporificazione ascogena, per il modo come le spore vengono espulse dall'ostiolo e per qualche altro carattere dei periteci, questo nuovo genere si avvicina al genere *Microascus* Zukal, dal quale però si differenzia per non avere i periteci veramente setosi e gli aschi portati da speciali ife ascogene.

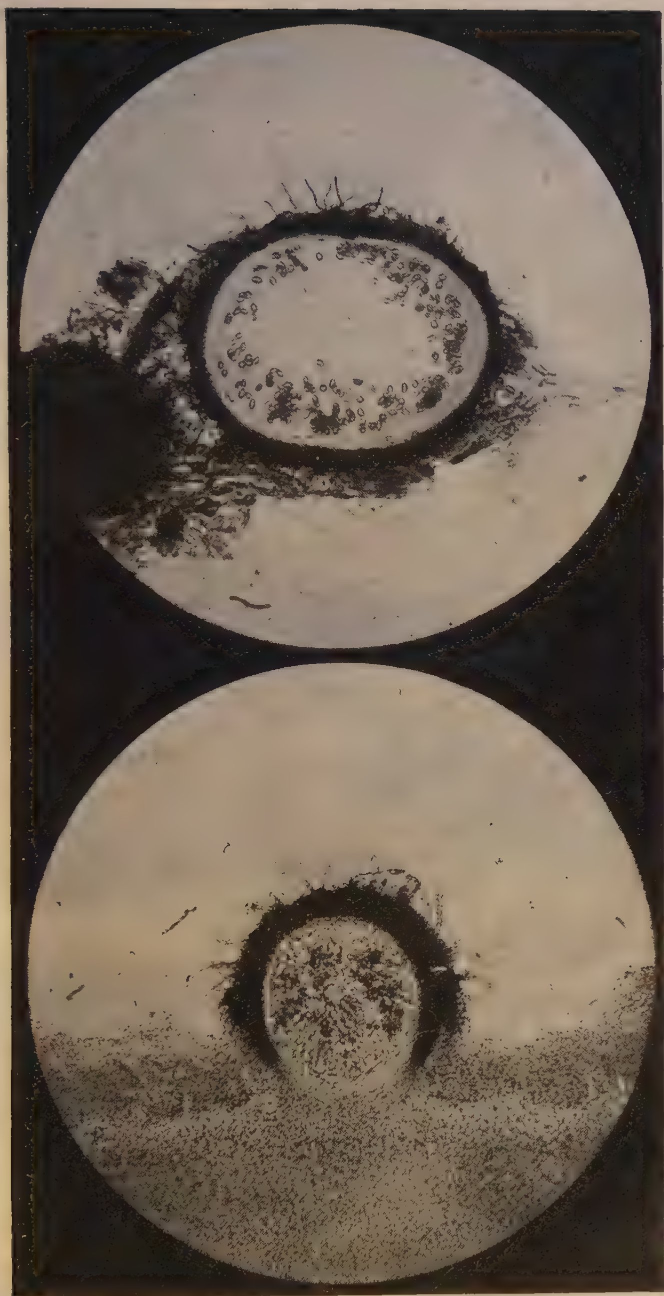


Fig. 2. — Periteci di *Petriella asymmetrica* in sezione: sopra, sulla matrice naturale × 170; sotto, in coltura su patata in tubi, × 105. Microf. dell' A.

I periteci del genere di Zukal [32] mancano di un tipico rivestimento; hanno soltanto dei peli rizoidali, come ho potuto notare in una specie che ho recentemente descritto [8], radi, piuttosto brevi, aventi l'ufficio di fissare i corpi fruttiferi alla matrice e forse anche di assorbire le sostanze per il nutrimento delle parti corticanti dei periteci. Qualche specie, come il *Microascus longirostris* Zukal [32] e il *Microascus variabile* Mass. et Salm., presentano alcune setole nella parte superiore del peritecio, ma sono setole rare, brevi e spesso mancanti, come ben rivelano Massee e Salmon [20] nella descrizione del loro fungo. Per di più poi gli aschi sono globosi, sessili, e si sviluppano ai lati di ife ascogene gelatinose e settate, in modo che il peritecio in sezione non appare come generalmente si osserva nella gran parte degli sferiali e ipocreali con gli aschi che si originano dallo strato proligero interno alla parete, ma sparsi nel nucleo quasi come nei periteci chiusi dei plectascali. Infine le ascospore del genere *Microascus* sono lunate o più o meno asimmetriche; mentre nel fungo di Schmidt [23], almeno stando alla descrizione, sono ellissoidali o fusiformi come nel fungo di Boulanger[3] e di Lindfors[17].

D'altro canto i peli che formano il rivestimento dei periteci di questo nuovo genere non hanno nulla a che vedere con quelli dei periteci di *Chaetomium* ove si hanno peli rigidi, spesso ramificati e incrostati, i quali nascondono l'ostiolo, mai prominente e ben visibile, tanto che questa caratteristica ha dato luogo a gravi errori da parte di celebri micologi come Fries [10] e Cooke [9] che hanno riportato il genere *Chaetomium* fra le perisporiacee accanto a *Erysiphe* Hed. e *Perisporium* Fr. Dopo il lavoro di Zopf [31] la questione dell'ostiolo nel genere di Kunze è stata chiarita: le specie sono sempre ostiolate, ma non sono mai provviste di un ostiolo prominente e tanto meno di un rostro come in questo nuovo genere (Fig. 3, II). Inoltre nei *Chaetomium* la parete dei periteci è sottile, membranacea, sovente chiara, olivacea,

ma non mai carbonacea e spessa come la riporta il Boulanger [3], il quale scrive: « la paroi du périthéce est relativement épaisse, formée de plusieurs couches des cellules ». Inoltre il Boulanger, che ha studiato minutamente il suo micete, riporta delle fruttificazioni conidiche di *Sporotrichum* Link. e di *Sporocybe* Fr. che mancano in tutte le specie di *Chaetomium* oggi conosciute. In queste ultime è stato constatato soltanto uno stadio conidico spicarioide con sporofori semplici, fialiformi e con catenine di conidî piccoli, globosi, i quali vennero chiamati da Zopf « organi rudimentali », perchè incapaci di germinare come qualsiasi altra cellula vegetativa dello stesso fungo [31].

A differenza del *Chaetomium* il genere *Ascotricha* Berk. ha i periteci, sebbene pure membranacei, leggermente rostrati, l'espulsione delle ascospore a cirro, e uno stadio conidico simile a *Sporotrichum* [4], ma in questo caso il rostro è ricoperto di speciali peli conidiofori grossi e ramificati e per di più poi gli aschi sono cilindracei e le spore monostiche (Fig. 3, III).

Il rostro che spesso si riscontra nelle poche specie di questo nuovo genere non è costante e tale da poter essere preso in vera considerazione per una sua collocazione fra le *Ceratostomataceae*. La stessa specie può presentare periteci rostrati e non rostrati nelle medesime condizioni culturali, ma generalmente i periteci sono brevemente rostrati o hanno l'ostiolo prominente come alcuni generi di sferiacee. Nel contempo, in questa famiglia, ci sarebbe soltanto il genere *Chaetoceratostoma* Turc. et Maff. [27], che potrebbe avere qualche affinità col genere che sto descrivendo, più che altro casuale e non intrinseca; e infatti i periteci sono qui rivestiti di vere setole rigide e sono provvisti di un rostro sempre molto lungo e fimbriato all'estremità, mentre le ascospore sono cuboidee.

Per la consistenza della parete e per alcuni stadî conidici questo nuovo genere di pirenomicete verrebbe ad

avere alcuni punti di contatto con le *Sphaeriaceae* e specialmente col genere *Coniochaeta* (Sacc.) P. Henn. col quale ha spesso in comune la forma a cono dei periteci se non le setole rigide e vestite, e gli aschi angusti cilindracei; ma per i caratteri degli aschi e delle ascospore, cioè per i caratteri delle parti essenziali dei periteci strettamente legate alla riproduzione sessuale, tale genere non può essere considerato al di fuori delle *Chaetomiaceae* nelle quali lo includo.

*
* *

Considerando lo sviluppo dell'ostiolo, le *Chaetomiaceae,* mentre da un lato, attraverso al genere *Chaetomidium* Zopf, verrebbero a legarsi ai perisporiali, dall'altro col genere *Petriella* si legherebbero invece alle *Sphaeriaceae.* Nel *Chaetomidium* infatti manca l'ostiolo, e per questo molti autori lo riportano nei perisporiali; nel *Chaetomium* l' ostiolo è presente, ma è sempre nascosto da un fitto ciuffo di peli e non è mai prominente: nell'*Ascotricha* l'ostiolo è ben manifesto e ricoperto di speciali peli conidiofori; nella *Petriella* l'ostiolo è ancora più manifesto e forma un breve rostro il quale non è rivestito, come nei generi precedenti, di peli speciali (Fig. 3).

In base allo sviluppo dell'ostiolo i generi di questa famiglia verrebbero quindi a disporsi nel seguente ordine:

Chaetomidium → *Chaetomium* → *Ascotricha* → *Petriella.*

Questa scala filogenetica è progressiva anche per le fruttificazioni conidiche le quali nel *Chaetomium* risultano date soltanto da catenine spicarioidi di conidî rudimentali; nell'*Ascotricha* da uno stadio conidico di *Di-*



Fig. 3. — Le *Chaetomiaceae*. I *Chaetomidium :* peritecio (*a*), asco (*b*) e ascospora (*c*) di *Ch. fimeti* Fuck. II *Chaetomium :* peritecio (*a*), asco (*b*) e ascospora (*c*) di *Ch. cuniculorum* Fuck.; asco (*d*) e ascospora (*e*) di *Ch. globosum* Kunze. III *Ascotricha :* peritecio (*a*), asco (*b*) e ascospora (*c*) di *A. Zopfii* (Boul.). IV *Petriella :* peritecio (*a*), asco (*b*) e ascospora (*c*) di *P. Boulangerii ;* asco (*d*) e ascospora (*e*) di *P. Lindforsii ;* ascospora (*f*) di *P. asymmetrica.* (Alcune figure sono state riportate dai lavori originali riguardanti le singole specie) (1).

---

(1) L'*Ascotricha Zopfii* (Boul.) qui riportata viene da alcuni autori confusa con la vecchia specie *A. Chartarum* Berk. Fra le due specie c'è solo una certa corrispondenza nelle dimensioni delle ascospore, ma non in tutti gli altri caratteri e specialmente poi negli stadî conidici di *Dicyma* Boul. i quali sono essenzialmente differenti (P. A. Saccardo, *Sylloge Fungorum*, pag. 570).

cyma e uno di *Sporotrichum* [4] e nella *Petriella* da uno stadio conidico di *Sporotrichum* con sinnemi di *Sporocybe* e talora con sporodochî di *Epidochium*.

Si può quindi concludere che in questa famiglia, con lo sviluppo dell'ostiolo, quasi proporzionatamente si riduce, nei quattro generi conosciuti, il rivestimento dei peli nei periteci, mentre aumenta considerevolmente la fruttificazione metagenetica.

Non per tutti i caratteri però i generi delle Chetomiacee rimangono così disposti. Se anzichè considerare le parti corticanti dei periteci, le quali a tutt'oggi vengono usate come caratteri principali nella sistematica micologica, prendiamo in considerazione esclusivamente gli aschi e le ascospore, troviamo che il genere *Ascotricha*, il quale ha gli aschi cilindracei e le spore monostiche, potrebbe essere ritenuto perciò molto più vicino alle sferiacee dello stesso genere *Petriella*, e quest'ultimo ancora più prossimo a *Chaetomium*, fin quasi a confondersi con esso. Ma più che a una certa affinità con le vere sferiacee, credo piuttosto che il genere di Berkeley abbia invece una derivazione del tutto diversa da quella comune al mio genere e a quello di Kunze, da cui la manifestazione di caratteri del tutto distinti e tipici, tali da giustificare sempre più l'indipendenza di detto genere che alcuni autori, senza giustificato motivo, includono nel genere *Chaetomium*.

IV. — Le specie.

Le ascospore del pirenomicete studiato dal Boulanger [3] hanno le dimensioni, se non proprio la forma e il colore, corrispondenti alle ascospore del fungo rinvenuto dal Lindfors [17] e di quello descritto dallo Schmidt [23], sì da farmi dubitare, a prima vista, che i tre funghi rappresentassero tre ceppi distinti di un'unica specie; ma, la diversità negli altri caratteri, come le di-

mensioni e la forma degli aschi e dei periteci, la lunghezza e il portamento dei peli, la presenza o l'assenza di una fruttificazione conidica piuttosto che di un'altra, mi portano a mantenere le descrizioni come sono e a considerare i tre funghi come tre specie distinte.

La corrispondenza delle dimensioni, della forma e fors'anche del colore delle ascospore, non mi sembra che in questo caso possa rappresentare un carattere di sinonimia, giacchè un'altra specie, quella isolata da me, ha pure le ascospore delle medesime dimensioni, ma non della medesima forma; questa non è ellissoidale o fusiforme come nelle tre specie precedenti, ma ellissoidale compressa, con un lato sempre meno curvo dell'altro, e talora anche quasi retto, in modo da dare allo sporidio un profilo quasi triangolare, come nelle ascospore del *Microascus Schumacherii* (Hans.) n. c. e del *Microascus stysanosporus* (Matt.) n. c. dei quali tratterò in una mia prossima pubblicazione [15] [19].

Potrebbe darsi che anche le tre specie precedentemente conosciute di questo nuovo genere di pirenomicete abbiano le ascospore leggermente inequilaterali e che tale carattere sia sfuggito ai singoli autori; ma le loro descrizioni accurate, accompagnate anche da nitide illustrazioni, mi portano a ritenere piuttosto come improbabile una simile ipotesi, la quale potrebbe trovare un certo fondamento solo nel caso che tutti gli altri caratteri corrispondessero perfettamente. Fra le ascospore dell'una e delle altre specie c'è dunque una corrispondenza di dimensioni, ma non di forma, e per questo credo proprio di trovarmi di fronte non a delle variazioni di una singola specie, ma a un gruppo di specie filogeneticamente simili nelle quali sono rimasti pressochè invariati alcuni caratteri sporologici.

Nel nuovo genere *Petriella* possiamo fin d'ora considerare perciò quattro specie distinte le quali si possono separare in due gruppi a seconda che le ascospore sono inequilaterali o no, come nella seguente chiave analitica:

I. — *Ascosporae inaequales, clare impartibus lateribus. Perithecia globosa, depressa vel coniformia, breviter rostrata* . . . . **P. asymmetrica**

II. — *Ascosporae ellipsoidales v. fusiformes, paribus lateribus.*

1. *Perithecia maiuscula, clare rostrata* . . . . **P. Boulangerii**
2. *Perithecia media, non vel breviter rostrata.*
   a. *Pili non rigidi, multi, plus minusve omnino perithecia vestientes* . . . . **P. Lindforsii**
   b. *Pili rigidi, solum superiore partem ostiolariam peritheci vestientes* . . . . **P. setifera**

A. — **Petriella asymmetrica** n. sp.

Peritheciis superficialibus, irregulariter sparsis v. gregariis, globosis, plerumque laeniter compressis, 190-250 = 180-200 μ nigris, carbonaceis; ostiolo prominulo saepe producto in rostellum conicum, 30 μ crassitudine, et longitudine variabili 10-60 μ; exipulo nigro, subcarbonaceo, pseudoparenchymatico, praedito in parte exteriore pilis obscuris, simplicibus, attenuatis et subhyalinis in extremo, 100-300 = 2 μ, cum septis distantibus 30-40 μ; periphysibus hyalinis, septatis, saepe prominentibus ostiolo fascibus denso; ascis clavato-saccatis, interdum sphaeroideis, sed saepius piriformibus, pedicillatis, 25-36 = 11-18 (15-20 = 11-18 p. sp.) μ, evanidis; ascosporis inspectis ex adverso ellipsoidalibus, e latere uno latere minus convexo, plano et in sporis ultramaturis, saepe incavato, ascosporam instar naviculae efficiente, 8-10 = 3,75-5 = 5-6,2 μ, continuis, levibus, in cirro saepe expulsis.

Statibus conidicis variis: hyphis fructiferis sparsis subhyalinis generis Sporotrichi, *vel sporodochiis 1,5-3 mm. diam. generis* Epidochii *vel potius etiam synnemi*

obscuris v. fuligineis generis Sporocybis; *sed semper extremis hypharum fructiferis ramosis, subverticillatis*



Fig. 4. — Peritecio schiacciato di *Petriella asymmetrica* con un sinnema di *Sporocybe* presso l'ostiolo, su agar sintetico C. [7] in tubi nelle colture di rotolamento dopo 8 giorni a 18-20° C. Microf. dell'A., × 170.

ferentibus conidia acropleurogena hyalina, leviter fuliginea, ovata v. cuneata, interdum nymphiphormia v. globosa, 6-9 = 3,5-4,5 μ.

Hab. *in ramis aridis* Piri *communis sub-campana vitrea diu servatis, Tergeste.*

Al disopra della corteccia o del legno denudato dei rami di pero, sui quali questa specie si è sviluppata, i periteci si presentano sempre interamente superficiali e piuttosto gregari. Dapprima appaiono come piccoli corpi globosi o conoidali, olivacei o fuliginei, provvisti di lunghi peli, nei quali si distingue già l'inizio dell'ostiolo, in seguito diventano scuri, carbonacei, globosi e infine, a completa maturità, leggermente schiacciati, ellissoidali, sormontati da un breve rostro rugoso, misurante in media 40-80 μ di lunghezza per 30-50 μ di spessore (Tavola VIII, fig. 1). Nelle colture su agar nutritivo o su patata i periteci sono invece globosi o con la base leggermente piatta e la parte superiore conica (Fig. 1). Il rostro è più lungo, oppure può, come nella patata, mancare quasi del tutto e manifestarsi appena soltanto quando i periteci sono ben maturi.

I peli che rivestono i periteci variano molto in lunghezza e in quantità a seconda del substrato; sono sempre però più abbondanti nelle parte superiore del peritecio, presso la base del rostro il quale appare generalmente quasi glabro (Tav. VIII, fig. 1).

La parete è piuttosto spessa e risulta costituita di più strati di elementi pseudoparenchimatici, molto scuri verso l'esterno e ialini verso l'interno (Fig. 2); il così detto nucleo appare dapprima a cellule parenchimatose con membrane esilissime. Gli aschi si svolgono dal basso o dai lati della cavità del peritecio, mentre nella parte superiore si producono filamenti sterili, ialini, frequentemente settati, di 2,5-3,5 μ di diametro i quali spesso sporgono dallo ostiolo in fascio denso per una lunghezza di circa 20-30 μ (Tav. VIII, fig. 1). Questi speciali filamenti, i quali sono stati riportati anche dal Boulanger [3] nella sua specie, corrispondono alle perifisi; esse non dovrebbero mancare nemmeno nelle altre specie del genere per quanto sia Lindfors [17] che Schmidt [23] non ne facciano alcun cenno.

L'asco risulta all'inizio costituito d'una massa gelati-

nosa omogenea, ma quando ha raggiunto un certo sviluppo il suo plasma si addensa attorno a otto centri, che rappresentano l'inizio delle ascospore, le quali non tardano a comparire. Quando sono molto giovani le ascospore appaiono come piccoli corpiccioli fusiformi, ialini e molto rifrangenti, immersi in una massa gelatinosa piuttosto uniforme, tanto che, comprimendo il vetrino copriogetti del preparato o agitando in un modo qualunque il materiale sotto al microscopio, dell'asco non ancora maturo non rimangono che otto masse globose, ciascuna delle quali risulta da una giovane ascospora contornata da uno strato gelatinoso piuttosto spesso; con l'accrescimento dell'ascospora, questo strato viene progressivamente a ridursi fino a scomparire del tutto nelle ascospore completamente sviluppate, cioè quando hanno superata la fase di accrescimento e stanno per iniziare quella di maturazione e di pigmentazione (Tav. VIII, fig. 2).

Alla sparizione dello strato gelatinoso che contorna le ascospore immature segue subito il dissolvimento della parete esilissima dell'asco, per cui è molto difficile riscontrare aschi integri con spore mature. Le ascospore, liberate dall'asco, completano la loro maturazione immerse in una sostanza mucillaginosa costituita probabilmente soltanto dalle sostanze derivate dal dissolvimento delle pareti degli aschi, mentre le ife ascogene che tappezzano la superficie interna della parete, producono per germinazione nuovi aschi i quali crescendo, vengono a comprimere e a spingere fuori le ascospore libere, ammassate nella parte centrale e superiore della cavità periteciale. Dall'ostiolo escono così le ascospore agglomerate, formando dei cordoni di circa 25 μ di diametro lunghi talora fino a 3 millimetri (Tav. VIII, fig. 1).

Non tutte le ascospore espulse dall'ostiolo sono completamente mature: se le condizioni di sviluppo sono tali da favorire una rapida e abbondante sporificazione, il cirro avrà molte ascospore appena colorate insieme a

quelle completamente mature di colore rossastro, per cui il cordone di ascospore appare macchiato di giallo e di rosso più o meno scuro.

A maturità le ascospore sono sempre ellissoidali, ma con gli estremi leggermente attenuati. Il lato meno curvo talora è piatto, per cui il profilo della spora è quasi trian-

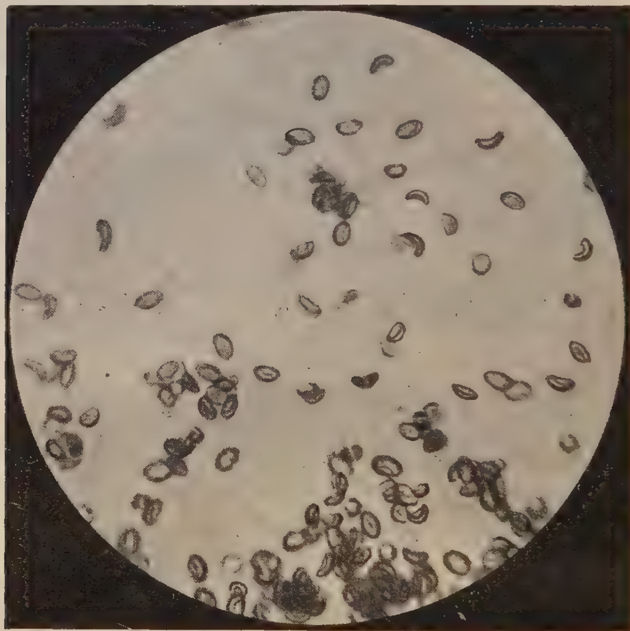


Fig. 5. — Ascospore naviculari della *Petriella asymmetrica*. Microf. dell'A., × 400.

golare, e non appena il turgore diminuisce si presenta incavato in modo che l'ascospora assume la forma di una piccola navicella (Fig. 5).

Ai due estremi delle ascospore esiste un poro germinativo come nelle ascospore dei generi *Melanospora* Cda, *Chaetomium*, *Neurospora* Sh. et Dod., ecc. con i quali il genere *Petriella* ha una certa affinità che non può essere smentita dalla loro attuale diversa posizione sistematica.

Nelle colture su la paglia imbevuta di infuso di carota non ho mai ottenuto i periteci; i quali invece si sono sempre formati su patata, carota e in diversi agar nutritivi naturali o sintetici. Nelle colture ordinarie però, in tubi o in scatole Petri, la comparsa dei periteci ritarda notevolmente; non si hanno che dopo circa un mese, quando le colonie manifestano segni evidenti di invecchiamento.

La formazione rapida dei periteci l'ho però ottenuta, coltivando questo fungo in agar nutritivo, nel quale lo sviluppo delle colonie era ottimo e direi quasi vigoroso, disteso in uno strato sottilissimo, in modo da far sentire alle giovani ife miceliche in rapido accrescimento, la penuria dei principi nutritivi; ho ottenuto questo nelle colture a rotolamento in tubi relativamente grandi del diametro di 5 cm. e della lunghezza di 10-12 cm., aventi un collo di circa 2 cm. per lo zaffo di ovatta; in tubi insomma del tutto simili alle bottigliette che si adoperano nei campioni di semi. In questi tubi, opportunamente preparati, veniva seminato il fungo quando l'agar era presso a solidificare, e dopo averli agitati convenientemente venivano rotolati in modo che tutta la loro superficie interna rimanesse ricoperta da un sottile strato di terreno nutritivo.

***

Accanto ai periteci qualche volta anche sopra ai periteci stessi si rinvengono i sinnemi, piuttosto esili, isolati, oppure aggruppati e qualche volta anche ramificati. Tali sinnemi hanno lo stipite scuro, uniforme e liscio, con all'estremità ife fertili subialine, le quali portano agglomerati i conidî in un piccolo capolino fuliginoso come in altre simili stilbacee del genere *Sporocybe* (Tavola VIII, fig. 1).

La testa dei sinnemi che si riscontrano su la matrice o al disopra dei periteci è sempre piccola e di diametro

appena superiore allo spessore del piede, ma nei sinnemi che si sviluppano nelle colture artificiali, la estremità sporifera si sfiocca a ventaglio con gli sporofori formanti una testa emisferica di circa 80-170 μ di diametro (Fig. 7).

Ma più che questo stadio conidico, sono molto frequenti in questa specie le fruttificazioni sparse di *Sporotrichum*, date da ife ialine, esili nella matrice, più grandi nei terreni artificiali, portanti conidiofori variamente ramificati e talora subverticillati (Tav. VIII, fig. 4).

Ciascun ramo fruttifero ha una spighetta di conidî i quali si staccano facilmente dallo sporoforo, ad eccezione di quello terminale che è l' ultimo formato e non ancora completamente indipendente come gli altri conidî formati precedentemente, inseriti ai lati della porzione fertile dell'ifa. Per questo, nei preparati, sebbene fatti con le dovute cautele, si avrà ad osservare generalmente ife fruttifere con spore terminali e un gran numero di conidî liberi; in goccia pendente invece è facile osservare i grappolini integri e inoltre la disposizione e la formazione dei conidî.

Il conidio si origina sempre all'apice del conidioforo, e quando ha raggiunto il suo completo accrescimento si separa con un setto trasversale e si inclina lateralmente, mentre il conidioforo continua ad allungarsi per generare un nuovo conidio apicale; nello stesso sporoforo il fenomeno può osservarsi 4-10 volte e anche più in modo che ogni ramo fruttifero viene ad avere all'estremità diversi conidî, lateralmente disposti, eccetto il terminale.

I conidî così formati sono ovali o cuneiformi, ed hanno alla base un piccolo mucrone che mi sembra si formi dopo che il conidio si è distaccato dal conidioforo, quasi per una fuoruscita del plasma o meglio dell'esilissima membrana che circonda a guisa di endosporio il protoplasma.

Infatti, nel mucrone la parete è meno spessa, anzi sembra interrompersi o mancare nei conidî appena distaccati dallo sporoforo; d'altra parte il mucrone non sempre



Fig. 6. — Periteci di *Petriella asymmetrica* su rami di pero: superiormente, peritecio giovane su corteccia, × 128; inferiormente, peritecio maturo su legno nūdo, × 170. Microf. dell' A.

si osserva nei conidî i quali hanno il protoplasma leggermente plasmolizzato: per cui la base del conidio appare piatta come la pupilla di una sanguisuga.

Queste osservazioni, per quanto limitate, mi portano a ritenere come molto probabile che la formazione del mucrone dei conidî dipenda dal fatto che il conidio si venga a staccare dal conidioforo non appena la formazione del setto si inizia e che non si forma una vera e completa parete divisoria fra il conidioforo e il conidio anche quando questo ha raggiunto il completo sviluppo.

Le colonie del fungo sono sempre all'inizio bianche per poi diventare grigiastre o affumicate; qualche volta assumono anche una colorazione appena avellanea o alutacea. Le fruttificazioni di *Sporotrichum* si osservano fin dai primi sviluppi delle colonie mentre i sinnemi, che ho sempre riscontrato nelle colture su i diversi agar nutritivi sperimentati, compaiono quando le colonie sono ben sviluppate.

Tali sinnemi possono derivare da uno o più filamenti micelici. Nel primo caso, da una data cellula di un'ifa strisciante si innalza un ramo micelico che ben presto si ramifica più volte, quasi dicotomicamente, fin dal punto d'origine, e tutti i rami che si producono si sviluppano l'uno addossato all'altro. Nel secondo caso, che è il più frequente, da un'ifa strisciante si drizzano più ife miceliche l'una vicina all'altra parallelamente. Nell'uno e nell'altro caso le ife miceliche, fuliginee, che formano i sinnemi, si anastomizzano e si raggruppano in fascio parallelo, denso, formando così il gambo, che all'estremità superiore si ramifica in più sporofori subverticillati i quali nell'insieme costituiscono la capocchia sporifera. Gli sporofori sono più chiari delle ife che formano il gambo e all'estremità sono quasi ialini e leggermente attenuati come nelle fruttificazioni sporotrichiali. I conidî sono identici a quelli descritti nelle fruttificazioni sparse di *Sporotrichum*, ma leggermente più lunghi e appena colorati di fuligineo. Essi si formano in gran nu-

mero all'estremità del sinnema e vengono dapprima inglobati da una goccia d'acqua sempre scura. In seguito, con il disseccamento della coltura, questa goccia di liquido scompare e i conidî rimangono incollati tutti insieme attorno agli sporofori, formando una testa globosa, fuliginea dello stesso colore del gambo dei sinnemi (Tav. VIII, fig. 1).



Fig. 7. — Sinnemi di *Sporocybe* della *Petriella asymmetrica* su agar sintetico C. [7] in piastre. Microf. dell'A., $\times$ 208.

Un'altra forma conidica, sostanzialmente non diversa dalle due precedenti ma riferibile al genere *Epidochium* Fr. delle tuberculariacee, si osserva nelle colture del fungo su patata, su carota e su alcuni agar nutritivi. Gli sporodochî sono sparsi, emisferici, di 1,5-3 mm. di diametro, castanei, foschi o color grigio-sorcio; in sezione appaiono come grandi capocchie sporifere di fruttifica-

zioni stilbacee completamente sessili. Le ife che li formano sono infatti subverticillate-ramose come all'estremità dei sinnemi, ma più densamente stipate e più scure: sono colorate in olivaceo o fuligineo fino all'ultima porzione fertile (Fig. 9).

I conidî degli sporodochî hanno la medesima forma e le stesse dimensioni di quelli dei sinnemi, ma sono più scuri, spesso decisamente olivacei o fuliginei.

Di questa forma tubercolariacea non viene fatto alcun cenno nei lavori di Boulanger [3], Lindfors [17] e Schmidt [23] riguardanti le altre specie del genere; non credo però che essa, o una forma simile, sia addirittura assente nel ciclo di sviluppo delle altre specie di *Petriella,* dato che la forma stilbacea e mucedinea sembrano sempre presenti nel maggior numero delle specie da me conosciute.

Una speciale caratteristica biochimica di questa specie è costituita dalla sua azione sui composti arsenicali, come altri funghi, specialmente dei generi *Scopulariopsis* Bain. e *Aspergillus* Mich., i quali formano il gruppo delle cosidette arseniomuffe. Su colture in tubi preparati con pezzi di patata e di carota, mantenuti per 2-3 ore immersi in una soluzione di acido arsenico al 4‰ leggermente acidulata all'acido tartarico secondo le indicazioni del Gosio [14], le colonie si sviluppano normalmente tramandando un odore agliaceo caratteristico, abbastanza intenso.

B. — **Petriella Boulangerii** n. sp.

(Syn. *Chaetomium cuniculorum* Boul. nec non Fuck. [3]; *Chaetomium Boulangerii* Lfs. p. p. [17]).

Peritheciis sphaeroideis, olivaceo-obscuris, 400-500 μ altis, praeditis in parte superiore rostello subglabro interdum longissimo fere diametro partis sphaericae;

excipulo saepe formato pluribus tabulatis elementorum pseudoparenchymaticorum, ornato in parte exteriore pilis simplicibus, leniter undulatis, subnigris, 100-240 μ longis; periphysibus hyalinis, numerosis, saepe prominentibus ab ostiolo; ascis globosis v. ellipsoidalibus, 24-30 = 18-26 μ, diffluentibus; ascosporis ellipsoidalibus, rotundatis in utroque extremo, continuis, 9-5 μ, flavo-umbrinis, expulsis ex ostiolo instar cirrorum atro-rubidulorum.

Statibus conidicis praesentibus: Sporotrichi, *ramis conidiophoris 30-50 = 2-2,5 μ, conidiis acropleurogenis, 7-8 = 4-5 μ, ovalibus, hyalinis.* Sporocybis, *stipitibus rigidis, saepius 360 = 34 μ, nigricantibus, hyphis parallelis filiformibus ex tantibus 3 μ crassis, septulatis ad intervalla 30-40 μ, sursum ramificatis et subverticillatis; capitulo globuloso, 180 μ diam. circiter, diaphano; conidiis productis in fructificationibus sporotrichialibus, subcylindraceis cum coacervatis griseolis.*

Clamidosporis pluricellularibus, 30 - 12 μ, subflavis, quae prope perithecia plerumque aiuntur.

Hab. *in culturis, quae ex variis ac diversis substratis confectae erant, in Gallia.*

Non mi risulta che questa specie sia stata rinvenuta e studiata da altri autori dopo che fu descritta dal Boulanger [3] nel 1895 sotto il nome di *Chaetomium cuniculorum* Fuck., per quanto non avesse nulla a che vedere — come ho già detto all'inizio di questo lavoro — nè col genere di Kunze, nel quale è rimasta inclusa fino ad oggi [3, 4, 12, 16, 17], nè con la specie fucheliana, come ha già fatto rilevare recentemente il Lindfors [17].

Il *Chaetomium cuniculorum* è stato ben studiato oltre che da Fuckel [11], da Zopf [31] e da Bainier [2]; esso, come tutte le specie di *Chaetomium*, ha i periteci non rostrati e l'ostiolo nascosto da un denso ciuffo di peli rigidi, spesso anastomizzati, ramificati e sempre incrostati di ossalato di calcio; non ha stadî conidici di *Sporotrichum* e di *Sporocybe*, e nessun carattere, anche secondario, che possa avvicinarlo al fungo descritto dall'autore francese (Fig. 3). Non so come il Boulanger [3] abbia po-

tuto fare un simile riferimento; certamente, egli credeva di trovarsi di fronte a un vero *Chaetomium*, ed ha allora cercato in questo genere la specie che più poteva avvicinarsi, almeno negli aschi e negli sporidî, al fungo che stava studiando, per non avventurarsi nella descrizione di una nuova specie della quale conosceva bene i caratteri, ma non la posizione sistematica.

Questa specie che dedico allo scopritore, si distingue specialmente per i periteci piuttosto grandi, globosi, quasi perfettamente sferici, muniti spesso di un lungo ostiolo cilindrico, tendente sempre ad attenuarsi verso l'estremità, e per le clamidospore pluricellulari, giallastre, settate trasversalmente e talora anche longitudinalmente, le quali non sono state rinvenute nella *Petriella asymmetrica* e nelle altre due specie seguenti.

I periteci, secondo il Boulanger [3], sono alti 400-500 μ; in tali dimensioni rientra certamente anche il rostello, altrimenti esse sarebbero in contrasto con le illustrazioni delle tavole ove risultano disegnati due periteci aventi un diametro laterale l'uno di circa 260 μ e l'altro di 310 μ. La parete dei periteci è spessa come nella specie precedente, e come in questa si presenta all'esterno olivaceo-scura, quasi carbonacea. I peli rivestono interamente la superficie sferica; sono semplici, leggermente ondulati, olivacei, mai ramificati e incrostati; nella parte inferiore dei corpi fruttiferi sono più brevi e funzionano da peli rizoidali. Soltanto il rostello è sprovvisto di peli lunghi, ma non è mai interamente glabro e liscio.

Gli aschi sono stati descritti globulosi, raramente cilindrici, non pedicillati, ma portati invece all'estremità di brevi rami delle ife ascogene che si dirigerebbero dalla base verso il centro della cavità periteciale. Questa interpretazione che il Boulanger [3] traduce anche nel disegno ove riporta un asco sferico con la base troncata, non mi sembra però corrispondente alla realtà.

Nella *Petriella asymmetrica* mi è capitato di osservare per un certo tempo aschi più o meno globosi, senza un

distinto pedicello, ma recentemente nei periteci sviluppatisi su patata in tubi ho potuto rilevare che gli aschi sono ben pedicillati; il pedicello spesso non si osserva perchè scompare subito, prima della parete che avvolge la massa delle otto spore, e per questo non si osserva tanto facilmente. Gli aschi sferici del mio fungo presentano infatti lunghi pedicelli gelatinosi che potrebbero essere presenti anche negli aschi sferici del fungo di Boulanger, ove probabilmente sono stati scambiati per ramificazioni di ife generatrici e portatrici di aschi anzichè come parte basale degli aschi stessi.

Le perifisi fuoriescono spesso dall'ostiolo e il rostello è talora tanto lungo da superare il diametro interno del peritecio.

La fruttificazione mucedinacea di questa specie venne inclusa nello *Sporotrichum vellereum* Sacc., differenziandola come varietà distinta che venne denominata *Sp. vellereum* var. *griseum* Boul., per l'aspetto grigiastro delle colture.

La specie saccardiana ha i cespituli candidi subbombicini e per questo non credo che lo *Sporotrichum* della *P. Boulangerii* possa avere una simile identificazione specifica sebbene fra i due ifomiceti ci sia una corrispondenza quasi perfetta nella forma e nelle dimensioni dei conidî. D'altro canto non abbiamo dati per riportare nel ciclo di sviluppo della *P. Boulangerii* anche lo *Sp. vellereum* e per questo credo opportuno tenere nettamente distinti i due *Sporotrichum*, i quali poi nella chiave analitica del Saccardo [22], mentre l'uno dovrebbe rientrare nella prima sezione: *Albicantia*, l'altro invece nell'ultima: *Grisea, olivacea*, ecc.

In sostanza questa fruttificazione non differisce dalla fruttificazione corrispondente della *P. asymmetrica*, i ramuli sporiferi sono però più abbondanti, più ricchi di conidî e diritti, mentre nella specie precedente sono leggermente ondulati nella zona conidifera. In questa specie inoltre i conidî sono meno agglomerati e un po' più globosi.

La fruttificazione di *Sporotrichum* è sempre la prima a comparire nelle colture, ma non tardano tanto a svilupparsi degli arbuscoli sostenuti da un gambo a cellule grosse e imbrunite, che termina con numerose ramifica-

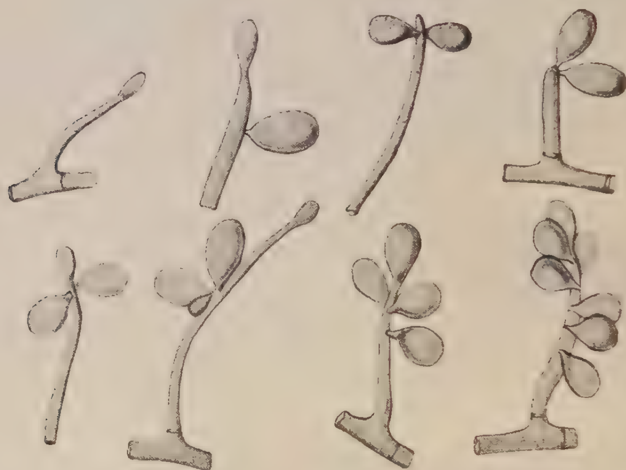


Fig. 8. — Alcuni sporofori delle fruttificazioni di *Sporotrichum* della *Petriella Boulangerii* (da Boulanger). × 1120.

zioni portanti rami fertili, ialini, quasi verticillati, e poi anche numerosi sinnemi con piede nerastro e rigido, sormontati da una capocchia gelatinosa e trasparente. Tali sinnemi nei terreni solidi si fanno sempre più numerosi fino ad essere abbondantissimi tanto da mascherare la fruttificazione sporotrichiale. Ogni ifa del sinnema termina con più rami fertili, leggermente imbruniti alla base, ialini e attenuati all'estremità, portanti un grappolino di conidî come negli sporofori dello *Sporotrichum*, i quali nell'insieme formano una testa emisferica quasi ialina sormontata dalla massa dei conidî distaccati, inglobata da una bolla mucillaginosa trasparente.

Questa fruttificazione stilbacea, che non è altro che la forma sinnematica dello *Sporotrichum*, venne dal Boulanger [3] riportata al *Graphium eumorphum* Sacc.

Tale riferimento non è per me meno errato di quello dello stadio ascoforo. Il Saccardo [22] descrisse il *Graphium eumorphum* con capitoli glaucescenti, e con conidî ellissoidali, biguttulati, e soprattutto sprovvisti del mucrone basale che non manca mai nei conidî di qualsiasi forma fruttifera del fungo di Boulanger [3]. Inoltre, le ife conidifere della specie saccardiana presentano una ramificazione dendroidea del tutto diversa, mentre i capitoli sono sferici anzichè emisferici e senza la zona molto scura corrispondente al punto di ramificazione delle cellule terminali delle ife del piede. Soltanto le dimensioni dei sinnemi e dei conidî corrispondono, ma questa corrispondenza non è che casuale, dato che i due funghi presentano caratteristiche morfologiche assai diverse che stanno a rivelare una netta divergenza di origine e di sviluppo.

A mio avviso i sinnemi di questo fungo non hanno nulla a che vedere con il *Graphium eumorphum*; essi presentano le caratteristiche identiche a quelle dei sinnemi della *Petriella asymmetrica* e per questo credo che debbano essere considerati come fruttificazioni di *Sporocybe* piuttosto che di *Graphium*.

E infatti, sebbene il Boulanger [3] non precisi il colore delle teste sporifere, riporta però che la massa dei conidî è grigiastra e nelle tavole disegna dei sinnemi terminati da bolle scure, forse perchè più vecchie delle altre, accanto a capocchie e bolle subialine.

Un'altra caratteristica poi, molto interessante, è data dalla papilla basale dei conidî, la quale è quasi una caratteristica generica, ritrovandosi in molte specie di *Sporocybe*, come nella *Sp. tessulata* Sacc., nella *Sp. aterrima* (R.) Sacc. e in molte altre specie, le quali, molto probabilmente, per la loro similitudine con i sinnemi di questi pirenomiceti, non dovrebbero mancare delle fruttificazioni di *Sporotrichum*, che non si riscontrano nelle specie più tipiche di *Graphium*, ove le ife conidifere semplici, non aggregate, corrispondono più che altro a *Cla-*

dosporium Link e *Dematium* Pers., come infatti si osserva nel *Graphium Ulmi* Schw. e nei *Graphium* nei quali si conoscono gli stadî perfetti riferibili al genere *Ceratostomella* Sacc. [13, 18, 21, 24, 30].

Nelle colture artificiali i periteci maturi sono stati ottenuti soltanto su substrati naturali, appena sterilizzati all'autoclave, come paglia, foglie, legno, ecc., mentre nei terreni agarizzati il Boulanger [3] non è mai riuscito ad ottenere i periteci maturi, ma soltanto degli sclerozi i quali non arrivavano, anche dopo un lungo periodo di tempo, a differenziare gli aschi e le spore.

In riguardo alla formazione dei periteci nelle colture artificiali, questa specie verrebbe quindi a comportarsi in modo del tutto diverso dalla *Petriella asymmetrica,* che come abbiamo visto sviluppa i periteci in quasi tutti i terreni all'agar naturali e sintetici, mentre su la paglia, opportunamente preparata, non si è avuto alcuna traccia di formazione periteciale.

Riassumendo, questa specie verrebbe a distinguersi dalla precedente, per avere specialmente :

a) le ascospore ellissoidali non inequilaterali ;

b) gli aschi più grandi ;

c) i periteci globosi più grandi ;

d) il rostro più lungo ;

e) i sinnemi più abbondanti con la testa sporifera più chiara ;

f) le clamidospore pluricellulari.

C. — **Petriella Lindforsii** n. sp.

(Syn. *Chaetomium Boulangerii* Lfs. p. p. [17]).

Peritheciis ovoidalibus, brunneo - fuscis, plerumque 250 μ altis, 175 μ latis, ornatis pilis subtilibus, undulatis, simplicibus, 50-100 μ longis, non crustatis, paulo sensioribus prope ostiolum prominulum, 25 μ latum ; ascis

ovatis v. piriformibus, 18-22 = 11-15 μ, octosporis, caducis, evanidis; ascosporis ellipsoidalibus v. fusiformibus, leniter attenuatis in extremis, 8-10 = 4,5-5,5 μ, initio hyalinis, dein flavo-aureis, denique rubro-fuscis.

Statu conidico descripto relato Sporocybis, *synnematibus 250-350 μ altis, 20 μ crassis, corrinis, in parte superiore amplificatis in fascem formam scopae praebentem, colore clariore, ramificationibus extremis, fertilibus, subverticillatis, hyalinis; conidiis subcylindraceis, 8-14 = 3,5-6 (11,2 = 4,4) μ, subhyalinis.*

Hab. *Separata ex cultura portionis humi pr. Holmia* (Suetia).

Isolata dal Lindfors [17] a Stoccolma nel 1920 da un campione di terra dal quale era stato isolato anche il *Gymnoascus stipitatus* Lfs., questa specie venne ritenuta identica al fungo di Boulanger e inclusa in una specie unica chiamata *Chaetomium Boulangerii* Lfs. Ma il Lindfors basò l'identificazione su una coincidenza di caratteri un po' troppo generici e specialmente su la rassomiglianza dello stadio stilbaceo il quale concorda per i caratteri generici tanto con quello della *Petriella Boulangerii*, quanto con quello della *P. asymmetrica*, dai quali si differenzia appena per alcune particolarità secondarie. Tale stadio conidico deve quindi rientrare nel genere *Sporocybe* e non nel genere *Graphium.*

Fra i sinnemi di questo fungo e di quelli del fungo di Boulanger c'è una corrispondenza nelle dimensioni e nell'aspetto, ma se analizziamo attentamente i caratteri essenziali, riguardanti gli sporofori e i conidî, troviamo che essi differiscono, almeno così come risultano descritti dai due autori. I conidî sono un po' più lunghi e più stretti di quelli riportati nella specie precedente, ed inoltre essi, secondo il Lindfors, si formerebbero solitari su gli sporofori. Quest'ultima asserzione dell'autore svedese sarebbe in contrasto con quelle da me fatte nella *Petriella asymmetrica* e di quelle fatte dal Boulanger

nella sua specie. Per l'affinità esistente fra i tre funghi io non posso ritenere esatta una simile osservazione.

Nello studio della specie da me isolata, a prima vista mi è sembrato spesso di osservare un unico conidio terminale, ma seguendo poi, in opportune condizioni, lo sviluppo dei rami fruttiferi nella capocchia dei sinnemi ho potuto constatare che ciò in realtà non succedeva. Si ha nelle fruttificazioni stilbacee una sporificazione identica a quella delle ife conidifere di *Sporotrichum,* soltanto che data la disposizione delle ife fertili a denso pennello, i conidî si staccano subito e, conglobati assieme dalla goccia di liquido che si forma al disopra del sinnema, vengono a dar luogo a una massa di spore, la quale in seguito, disseccando, costituisce una densa testa globosa (Tav. VIII, fig. 1).

Ma più che lo stadio conidico, differenzia questa specie dalla precedente la forma e le dimensioni degli aschi e dei periteci, e la lunghezza dei peli. Anche il Lindfors rivela queste differenze, ma non ritiene però di dover dare eccessiva importanza a questi caratteri, sebbene li ritrovi sempre costantemente diversi [17].

L'errore dell'identificazione in una specie unica dei due funghi è una conseguenza del riferimento generico a *Chaetomium*; in questo genere nessuna specie conosciuta ha stadî conidici come quelli del fungo di Boulanger e per questo la determinazione apparì subito esatta al Lindfors, il quale, se dubitò del riferimento specifico dell'autore francese, non dubitò affatto di quello generico, pure errato, e gli sembrò di aver riscontrato lo stesso fungo, passando sopra ai caratteri che più d'ogni altro distinguono questi pirenomiceti.

Nella *Petriella Lindforsii* i periteci non sono sferici, ma ovoidali ed alti fino a 350 μ, mentre le dimensioni medie si aggirano intorno ai 250 × 175 μ, come sono riportate nella diagnosi. Essi hanno anche il rostro breve e ricoperto di molti peli lunghi; al contrario cioè di quanto si osserva nel fungo di Boulanger [3] ove il rostro è lun-

go e quasi glabro. Le ascospore in questa specie sono inoltre più affusolate e colorate a maturità in rosso scuro; esse presentano cioè dei caratteri che non sono stati riportati nelle ascospore della specie precedente.

Per tutte queste ragioni il fungo di Lindfors [17] si distingue nettamente da quello di Boulanger [3] e per questo il nome specifico di *Chaetomium Boulangerii* Lfs. deve scomparire, non riguardante esso una singola specie, ma due specie distinte che ho dedicato ad entrambi gli scopritori.

D. — **Petriella setifera** (Schm.) n. c.

(Syn. *Microascus setifer* Schm. [23]).

Peritheciis globosis, sparsis, initio semimmersis, dein superficialibus, 120-180 μ diam., nigris, munitis ostiolo brevi papillulato producto interdum in brevissimum rostellum coniforme v. subcylindraceum et ornatis solum in parte superiore praecipue circa ostiolum, multis pilis simplicibus, rigidulis, basi brunneis v. atris, apice dilute coloratis, longis 40 μ circiter; excipulo membranaceo, olivaceo-fusco, instructo elementis pseudoparenchymaticis 6-7 μ diam.; ascis piriformibus v. ovoideis, octosporis, 21-23=16,6-15,3 μ, diffluentibus; ascosporis ellipsoidalibus, fusoideis, leviter attenuatis in extremis, 10-11=5-6 μ, continuis, initio hyalinis, dein flavo-brunneis, guttulatis, agglomeratis rubro-brunneis.

Hab. *in fimo equino, Breslau (Silesia).*

Descritta da A. Schmidt [23] sotto il nome di *Microascus setifer* Schm., questa specie si presenta molto affine alla *Petriella Lindforsii*, dalla quale differisce essenzialmente per avere i periteci quasi sferici e rivestiti di peli rigidi soltanto nella parte superiore attorno all'ostiolo.

È la specie che più si accosta al *Microascus* Zukal, ma non può rientrare in questo genere principalmente per il rivestimento di peli che, se non è abbondante come nei periteci delle altre tre specie precedenti, è però tale da escluderla dal genere di Zukal, ove soltanto due specie presentano nel rostro e nella parte superiore dei corpi fruttiferi delle setole brevi, sparse, molto rare e per di più poi nemmeno costanti. Nel contempo gli aschi e le ascospore sono del tutto simili alle specie caratteristiche di *Petriella* per cui non esito a riportare il fungo in questo nuovo genere. La *Petriella setifera* ha bisogno però di essere studiata più accuratamente per precisarne ancora meglio i caratteri, non solo nel substrato naturale, ma nei substrati artificiali, seguendola nello sviluppo vegetativo, nella formazione dei periteci in terreni diversi e nelle fruttificazioni metagenetiche finora sconosciute.

V. — Considerazioni generali su gli stadî conidici.

Ad eccezione di una specie, la *Petriella setifera*, la quale non è stata coltivata in appositi terreni artificiali, di tutte le altre specie si conoscono forme conidiche di *Sporotrichum*, di *Sporocybe* o di *Epidochium* (Fig. 9).

In una stessa specie, come nella *Petriella Boulangerii*, possiamo trovare tanto una fruttificazione di *Sporotrichum* che di *Sporocybe*, oppure, come nella *Petriella asymmetrica*, oltre alle due accennate una terza fruttificazione di *Epidochium*.

Questi tre generi di ifomiceti rientrano in tre famiglie differenti, e cioè nelle *Mucedinaceae*, nelle *Stilbaceae* e nelle *Tuberculariaceae;* ma possono però considerarsi come tre stadî conidici distinti di una stessa specie?

Nel ciclo biologico di alcuni pirenomiceti rientrano due stadî conidici. Così, ad esempio, nella *Thielavia basicola*

Zopf, accanto alle brevi catenine torulose di spore brune abbiamo una fruttificazione endoconidica calaroide, e nella *Gibberella acervalis* (Moug.) Wr. uno stadio conidico di *Fusarium* (*F. moliniforme* Sheld.) ed uno mi-

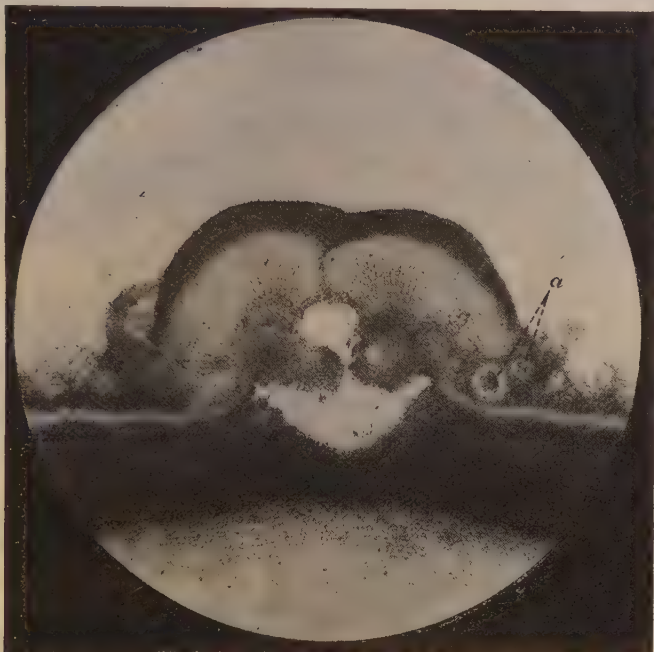


Fig. 9. — Sporodochio di *Epidochium* della *Petriella asymmetrica* su patata in tubi; in *a* due piccoli periteci con ascospore mature. Microf. dell'A., × 45.

croconidico catenulato. Ma tanto nella specie di *Thielavia* quanto in quella di *Gibberella* le due fruttificazioni conidiche sono veramente due stadî conidici distinti: i conidiofori e i conidî dell'uno non hanno nulla a che vedere con i conidiofori e i conidî dell'altro.

Nei *Fusarium* questa doppia conidificazione si riscontra in molte specie del genere [5, 29] per cui lo stadio tipico, macroconidico, può essere accompagnato da uno stadio microconidico spicarioide come nel *Fusarium Mo-*

niliforme sopra citato, sporotricoide come nel *F. Poae* (Peck.) Wr., o cefalosporioide come nel *F. vasinfectum* Atk., tanto che tale fruttificazione, denominata microconidica per le dimensioni inferiori dei conidî di fronte alla fruttificazione tipica, viene oggi usata per la distinzione delle varie sezioni del genere di Link [29]; ma se consideriamo esclusivamente la vera e tipica conidificazione di *Fusarium*, cioè il così detto stadio macroconidico, che è quello che caratterizza il genere, noi troviamo diversi modi di fruttificare dello stesso stadio conidico che sono stati interpretati come generi di ifomiceti differenti. Nello stadio macroconidico di una specie di *Fusarium* possiamo cioè avere una fruttificazione sparsa mucedinacea con sporofori isolati o variamente aggregati portati da ife miceliche aeree o striscianti, e una tipica fruttificazione tubercularíacea con sporodochî globosi, oppure con sporodochî molto estesi quasi tremolloidi (*Pionnotes* Fr.); ma non basta, in qualche altra specie di *Fusarium* abbiamo anche una forma sporodochiale conica, con sporodochî molto rilevati (*Microcera* Desm.).

Se facciamo le colture su substrati naturali o artificiali, partendo da ciascuna di queste forme di uno o più *Fusarium*, troviamo che le caratteristiche speciali degli sporodochî le quali sono state interpretate come fruttificazioni di generi di ifomiceti differenti, scompaiono, o variano notevolmente con il substrato e con l'età della coltura, per cui debbono riguardarsi semplicemente come dei tipi di fruttificazioni che non possono caratterizzare da soli nemmeno delle specie, ma determinati ceppi di una data specie.

Analizzando infatti i conidî e gli sporofori tanto della fruttificazione sparsa come di quelle aggregate tuberculariacee, troviamo che trattasi sempre del medesimo stadio conidico che a seconda delle condizioni di sviluppo varia nel modo di fruttificare più o meno intensamente. Possono variare un po' la forma e le dimensioni dei conidiofori e dei conidî per le speciali condizioni in cui, sia

gli uni che gli altri, vengono a svilupparsi, ma le caratteristiche fondamentali restano sempre le medesime e nei limiti determinati della specie.

Quello che si osserva nello stadio macroconidico di molti *Fusarium* è stato osservato anche in qualche altro genere di ifomicete molto ben studiato. Così le specie più note del genere *Coremium* Link si è visto non essere altro che forme aggregate, stilbacee, di *Penicillium* Link; tali fruttificazioni le quali accompagnano spesso nelle colture diverse specie di questo genere, non sono affatto costanti, e si sviluppano solamente in determinate condizioni ambientali e in determinati ceppi delle singole specie.

Negli stadî conidici del genere *Petriella* questo fenomeno di pluralità di tipi di fruttificazione in un medesimo stadio conidico è ancora più appariscente e illustrativo. Le conidificazioni stilbacee o tuberculariacee, che come abbiamo visto nella descrizione delle singole specie si possono riscontrare in questi funghi, non sono altro che le fruttificazioni aggregate del medesimo *Sporotrichum*. Identici sono infatti gli sporofori e i conidî; il loro accrescimento su conidiofori liberi o su conidiofori accollati e fasciculati densamente, come nei sinnemi e negli sporodochî, porta al conidio una forma meno globosa, più allungata e quasi cilindrica. Questa leggera variazione nella morfosi del conidio dipende esclusivamente dalle speciali condizioni in cui esso viene a svilupparsi; e infatti, nelle ife conidiogene periferiche dei sinnemi si osservano conidî più ovali e globosi identici a quelli dello *Sporotrichum*, mentre nel mezzo, ove i conidiofori non sono liberi, i conidî tendono alla forma cilindracea, modificando un po' la forma e le dimensioni, ma non le caratteristiche principali le quali rimangono sempre quelle. Inoltre, nelle fruttificazioni sporotrichiali, la forma e le dimensioni dei conidî variano moltissimo; in media queste sono diverse e inferiori a quelle dei conidî che si hanno nelle fruttificazioni aggregate,

ma in alcuni conidî, spesso in numero non trascurabile, tali differenze scompaiono.

Nella fruttificazione sporotrichiale di una data specie possiamo quindi distinguere diversi tipi di conidî di cui uno è rappresentato da quel tipo che predomina nei sinnemi ed eventualmente negli sporodochî ove la conidificazione è certamente più omogenea, poichè i conidiofori vengono a trovarsi quasi tutti nelle medesime condizioni.

Queste tre fruttificazioni che si possono riscontrare in un'unica specie di *Petriella*, come nella *P. asymmetrica*, non riguardano quindi tre stadî conidici diversi, come dovrebbero considerarsi attualmente in base alla sistematica degli ifomiceti, ma piuttosto tre modi di fruttificare di un unico stadio conidico.

Se consideriamo lo sporoforo, ossia l'ultimo ramulo o l'ultima cellula dell'ifa fruttifera che genera i conidî, troviamo che esso è identico — come è identico il conidio —, tanto nella forma libera di *Sporotrichum*, quanto in quelle aggregate di *Sporocybe* e di *Epidochium*.

La differenza essenziale fra queste fruttificazioni consiste solamente nell'essere l'ifa fruttifera libera o aggregata, ossia nel modo di disporsi dei conidiofori per meglio e più abbondantemente sporificare, quando le condizioni dell'ambiente incominciano ad essere contrarie, l'alimento a mancare e l'autointossicazione a far sentire i suoi effetti. E infatti, nei primi sviluppi delle colonie compaiono i conidiofori di *Sporotrichum*, mentre i sinnemi e, quando ci sono, anche gli sporodochî ritardano e non iniziano a svilupparsi se non quando l'accrescimento delle colonie incomincia a diminuire, cioè quando quello che gli autori inglesi chiamano « staling effect » principia a manifestarsi.

Dopo la discussione fatta, mi sembra di poter concludere che nelle fruttificazioni conidiche del genere *Petriella*, i sinnemi di *Sporocybe* e gli sporodochî di *Epidochium* stanno allo *Sporotrichum* come i sinnemi di

Coremium stanno a certe specie di *Penicillium*, come gli sporodochî di *Pionnotes*, a certe specie di *Fusarium*, ecc. Altre analogie potrebbero mettersi in luce in seguito, quando gli studi di cui furono oggetto questi generi saranno estesi anche a molti altri ifomiceti.

Le forme sinnematiche e sporodochiali che un tempo erano considerate come essenziali nella sistematica degli ifomiceti, perchè più visibili e meglio ritracciabili in na-

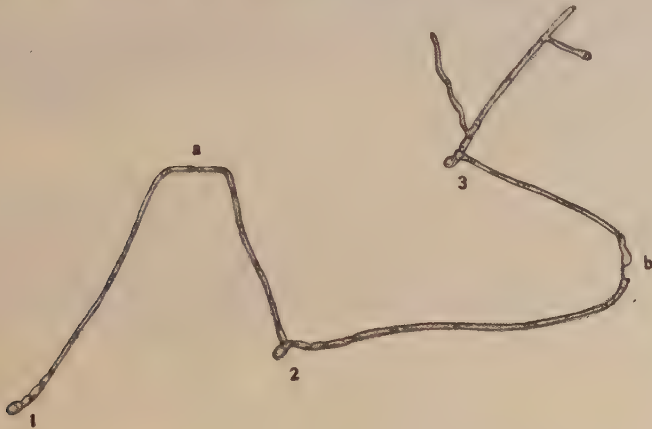


Fig. 10. — Anastomosi apicali (*a* e *b*) del micelio sviluppato da tre conidî (1-2-3) di *P. asymmetrica* in germinazione nelle colture in goccia pendente all'acqua glucosata al 12 $^0/_{00}$. × 250.

tura, oggi e più ancora in seguito debbono e dovranno dunque riguardarsi come semplici aggregazioni di forme conidiche sparse, demaziacee e mucedinacee. Ne consegue che i generi delle stilbacee e delle tuberculariacee piano piano verrebbero inevitabilmente a ridursi di numero e le famiglie a perdere la loro importanza e in seguito anche a scomparire del tutto.

*
* *

La pluralità degli stadî o delle forme di fruttificazione conidica che si riscontrano in funghi molto diversi, non è stata mai presa in considerazione, mentre, a mio avviso,

potrebbe costituire uno dei fenomeni più importanti nella biologia delle specie fungine e un ottimo dato di sintesi tassonomica per le affinità e omologie che verrebbero eventualmente a stabilirsi.

Pertanto, in base alle fruttificazioni conidiche tutti gli ifomiceti e tutti i funghi perfetti dei quali si conoscono gli stadî conidici, possono distinguersi in due grandi categorie: *omoconidici* ed *eteroconidici,* a seconda che manifestino un *omoconidismo* o un *eteroconidismo.*

La maggior parte dei miceti hanno un solo stadio conidico il quale spesso, come abbiamo visto nel genere *Petriella,* si presenta in forme diverse, riferibili attualmente a generi differenti di ifomiceti; così l'*Allescheria Boydii* Shear [25], la *Petriella asymmetrica,* il *Fusarium Moronei* Curzi [5], il *Penicillium claviforme* Bainier [1] e moltissime altre specie, le quali, pur avendo a lato delle fruttificazioni mucedinacee e demaziacee delle forme stilbacee e tubercolariacee, hanno in tutti i casi gli sporofori e i conidî identici, sono specie omoconidiche.

Altri miceti, oggi in numero piuttosto ridotto ma che potrebbe aumentare considerevolmente in seguito, presentano invece due stadî conidici, nei medesimi conidiofori o in conidiofori distinti, sostanzialmente differenti e con i conidî così dimorfi da non poter essere riferiti a forme più o meno giovanili o più o meno sparse e aggregate di un unico stadio. La *Thielavia basicola*, la *Gibberella acervalis,* l'*Ascotricha Zopfii* [4] che sopra abbiamo citate, ci offrono esempi di pirenomiceti eteroconidici. Fra gli ifomiceti abbiamo dei generi con le specie sempre eteroconidiche come *Thielaviopsis* Went., *Epochium* Link, *Sarcinella* Sacc. e altri generi con talune specie omoconidiche e altre eteroconidiche come *Fusarium, Penicilliopsis* Speg.

In certi generi come *Heterobotrys* Sacc., *Eidamia* Lind., *Paecilomyces* Bain. si ha un *pseudo eteroconidismo,* poichè i cosìdetti conidî di una fruttificazione, ge-

neralmente più grandi di quelli della vera fruttificazione conidica, non sono che organi vegetativi di conservazione (cellarili o clamidospore).

MARIO CURZI.

Roma. R. Stazione di Patologia Vegetale.
Dicembre 1930 (IX).

BIBLIOGRAFIA CITATA

1. BAINIER M. G., *Mycothèque de l'École de Pharmacie de Paris. Sur deux Penicillium.* « Bull. Soc. Mycol. France », tom. XXI, 3.° fasc., pp. 126-130, pl. XI, 1905.

2. — *Mycothèque de l'École de Pharmacie, XXX. Monographie des* Chaetomidium *et des* Chaetomium. « Bull. Soc. Mycol. France », tom. XXV, pp. 191-237, pl. X-XXVI, 1909.

3. BOULANGER E., *Sur le polymorphisme du genre* Sporotrichum. « Revue Gén. Botan. », tom. VII, pp. 98-102 et 166-171, Pl. 2-5, Paris, 1895.

4. — *Sur une forme conidienne nouvelle dans le genre* Chaetomium. « Rev. Génér. Botanique », tom. IX, pp. 17-32, pl. 1-3, 1897.

5. CURZI M., *Intorno alla posizione sistematica di un* Fusarium *isolato dalla pelle del cane.* « Atti Ist. Botan. R. Univ. di Pavia », vol. I, ser. IV, pp. 95-105, 2 fig. int., 1929.

6. — *Prime osservazioni su la mutazione di un ifomicete.* « Rend. R. Accad. Naz. dei Lincei, cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », vol. XI, ser. 6.ª, 1.° sem., fasc. 5, pp. 506-508, marzo 1930; « Atti second. Congr. Naz. Microbiologia », pp. 49-52, Milano, 1930.

7. — *Ricerche morfologiche e sperimentali su un micromicete termofilo* (Acremoniella thermophila). « Bollett. R. Stazione Patol. Veget., Roma », ann. X, n. s., n. 2, pp. 222-280, 14 fig. int., tav. lit. III-VI, 1930.

8. CURZI M., *Su una nuova specie di* Microascus. « Bollett. R. Staz. Patol. Veget., Roma », ann. X, n. s., n. 3, pp. 302-325, 1 fig. int., tav. lit. VII, 1930.

9. COOKE M. C., *Handbook of British Fungi,* 1872.

10. FRIES E. M., *Systema mycologicum, sistens fungorum ordines, genera et species hucusque cognitas.* Gryphimaldiae, 1829.

11. FUCKEL L., *Symbolae mycologicae et Appendices I-III.* Wiesbaden, 1869-1875.

12. GÄUMANN E., *Vergleichende Morphologie der Pilze.* Gustav Fischer, Jena, 1926.

13. GEORGÉVITCH P., *Ceratostomella querci n. sp.* « Comptes Rendus Acad. des Sciences », CLXXXIII, 18, pp. 759-761, 1926.

14. GOSIO B., *Ricerche batteriologiche e chimiche sulle alterazioni del mais.* « Riv. d'Igiene e Sanità pubblica », ann. VII, Roma, 1896.

15. HANSEN E. C., *Les Champignons stercoraires du Danemark,* Copenaghen, 1876.

16. LINDAN G., *Fungi imperfecti :* Hyphomycetes. « Rabenh. Kryptog. Flora », Abt. VIII-IX, Leipzig, 1907.

17. LINDFORS TH., *Einige bemerkenswerte, aus kulturerde isolierte Pilze.* « Svensk botan. Tidskr. », Bd. 14, pp. 267-276, 1920.

18. MAC CALLUM B. D., *Some wood-staining fungi.* « Trans. Brit. Mycol. Soc. », VII, 4, pp. 231-236, 2 pl., 1922.

19. MATTIROLO O., *Sullo sviluppo di due nuovi Ipocreacei e sulle sporebulbilli degli Ascomiceti.* « Atti R. Accad. Scienze », Torino, vol. XXI, 4, pp. 273-282, e « Nuovo Giornale Bot. Ital. », pag. 121, 2 pl., 1886.

20. MASSEE G. and SALMON E. S., *Researches on Coprophilons Fungi.* « Ann. of Botany », vol. XV, pp. 313-357, ann. XVII-XVIII, 1901.

21. MÜNCH E., *Die Blausäule des Nadelholzes.* « Naturwissensch. Zeitsch. f. Land-Forstw. », 1907, pp. 531-578, 28 fig.

22. SACCARDO P. A., *Sylloge Fungorum :* Hyphomycetum, vol. IV, Patavii, 1886.

23. Schmidt A., *Die Verbreitung der coprophilen Pilze Schlesiens* Diss. Breslau, W. C. Korn, 1912, pp. 81.

24. Schwarz M. B., *Das Zweigsterben der Ulmen, Tranerweiden und Pfirsichbaüme.* « Meded. Phytop. Lab. Will. Comm. Scholt. », V, Baarn, 1922.

25. Shear C. L., *Life history of an undescribed Ascomycete isolated from a granular Mycetoma of Man.* « Mycologia », vol. XIV, pp. 239-243, 3 fig., Washington D. C., 1922.

26. Shear C. L. and Dodge B. O., *Life historie and heterothallism of the red bread-mold fungi of the* Monilia sitophila *group.* « Journ. of Agricolt. Research. », vol. 34, n. 11, pp. 1019-1042, 4 pl., 1927.

27. Turconi M. e Maffei L., *Note micologiche e fitopatologiche.* « Att. Ist. Bot. Univ. », Pavia, ser. sec., vol. XV, pp. 143-149, tav. XV, 1918.

28. Wollenweber H. W., *Das Ulmensterben und sein Erreger* Graphium Ulmi *Schwarz.* « Nachricht. Deutsch. Pflanzenschutzdienst », VII, 10, pp. 97-100, 2 fig., 1927.

29. Wollenweber H. W., Sherbakoff C. D., Reinking O. A., Johann H. and Bailey A. A., *Fundamentals for taxonomic studies of* Fusarium. « Journal. Agr. Res. », vol. XXX, pp. 833-843, 1 fig., 1925.

30. Zach F., *Zur Kenntnis von* Ceratostomella pini *Münch.* « Zeischr. fur Pflanzenkrankh. und Pflanzenschultz. », Bd. XXXVII, 9-10, pp. 257-260, 6 figs., 1927.

31. Zopf W., *Zur Entwickelungsgeschicht der* Ascomyceten. « Chaetomium », Halle, 1881.

32. Zukal H., *Ueber einige neue Pilze,* Myxomyceten *und* Bacterien. « Verhandl. d. k. k. zool. bot. Gesellsch. », Wien, 1885, pp. 333-342, taf. XV, 1886.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA.

(Tav. VIII).

Fig. 1. — Fruttificazioni di *Petriella asymmetrica* su legno scortecciato di pero: *a*, peritecio immaturo non ancora ostiolato; *a'*, peritecio immaturo appena ostiolato; *b*, peritecio maturo con perifisi sporgenti e lungo cirro di ascospore; *c*, idem, con sinnemi nella parte superiore presso il rostro; *d* ed *e*, sinnemi (*Sporocybe*) con la testa sporifera avvolta da una bolla di liquido; *f*, idem, con la testa sporifera fuliginea asciutta. × 150.

Fig. 2. — Aschi di *P. asymmetrica* su colture di patata in tubi: *d*, asco immaturo; *e*, giovani ascospore derivate dalla rottura di un asco non ancora maturo, contornate da uno spesso strato gelatinoso; *a*, *b*, *c*, aschi maturi con lungo pedicello gelatinoso. × 1150.

Fig. 3. — Ascospore di *P. asymmetrica* di periteci formatisi sui rami di pero: *a*, ascospora osservata di fronte; *b*, ascospora osservata di lato; *c*, *d*, ascospore con la parte ventrale concava. × 1150.

Fig. 4. — Fruttificazioni conidiche non aggregate (*Sporotrichum*) di *P. asymmetrica* su varî substrati, dopo 18 giorni alla temperatura ambiente di circa 20° C.: *a*, arbuscolo fruttifero su agar carote; *b*) ife fruttifere su culture di carote in tubi; *c*, idem, su agar carote; *d*, idem, su coltura di patata in tubi; *e*, idem, su agar sintetico C. [7]. × 900.



L'Autore delineò.

M. Curzi - Nuovo genere pirenomiceti.

Ricerche sulla ginocchiatura degli internodi di grano

Nel marzo dell'anno passato il Direttore di questa R. Stazione descriveva in una sua nota [5] il fenomeno della « ginocchiatura » del grano (1) che si era verificato su larga scala nelle colture di grano « Mentana » in Provincia di Padova. Tale fenomeno, sebbene osservato da varii autori sia su graminacee spontanee che coltivate, non ha avuto una esauriente trattazione, e, per quanto mi risulta, non è ricordato nè tra i casi di anatomia patologica, nè tra i casi teratologici. Masters[2] e Penzig[4] ricordano un caso per alcune specie di *Bambusa* che è il solo, tra le graminacee, che ricordi lontanamente il presente. Si tratta del presentarsi del culmo della *Bambusa* in forma sinuosa pel fatto che il meristema nodale esplica maggiore attività istogena in un nodo da un lato, dalla parte opposta nel nodo superiore, e così via. Quantunque il caso del grano in esame non dia luogo ad alterazioni simili, tuttavia rientra nello stesso gruppo essendo determinato da una anomalia di accrescimento del meristema nodale considerando questa causa nel senso più lato.

Data la diffusione del fenomeno e la mancanza di un accurato studio morfologico, può essere utile riferire

(1) Questo fenomeno non deve confondersi con l'altro del tutto normale noto col nome di « ginocchiamento » che dà luogo al raddrizzamento dei grani allettati con la produzione di tessuti meccanici resistentissimi in corrispondenza dei nodi. Il ginocchiamento è determinato, quando le piante sono ancora verdi, dallo stimolo geotropico negativo che agisce in modo disuguale sui lati inferiore e superiore del meristema nodale provocando di conseguenza un disuguale accrescimento.

quanto ho potuto osservare, anche perchè da ricerche di questo genere possono derivare cognizioni utili per la cura preventiva.

Per illustrare quanto il Direttore della R. Stazione di Patologia vegetale ebbe a dire nella nota citata, che è necessario tener presente per avere un quadro completo dell'alterazione come fu potuta osservare in campo, riporto una fotografia (fig. 1) nella quale ho cercato di riunire i varii stadii della deformazione.

La ginocchiatura degli internodi si presenta sempre poco al di sopra del nodo, oppure, quando è più alta, verso il terzo inferiore dell'internodo. In ciascun culmo per lo più un solo internodo è ginocchiato: generalmente il terzo, qualche volta il secondo; raramente il quarto. Eccezionalmente ho osservato, sul limitato materiale avuto a disposizione in Laboratorio, due ginocchiature sullo stesso culmo, cioè al secondo e al terzo internodo, però la prima appena accennata, la seconda marcatissima.

Il presentarsi con tanta frequenza di questo fenomeno, con assoluta uniformità nelle varie piante colpite, ha fatto dirigere le ricerche della causa verso le condizioni meteoriche alle quali furono sottoposte le colture. Indipendentemente da altre cause predisponenti, di cui alcune saranno esaminate in seguito, il Petri stabilì che la causa determinante era rappresentata essenzialmente dalle eccezionali condizioni di umidità e di piovosità in cui le colture granarie vennero a trovarsi nell'aprile del 1930. Lo stato igroscopico è notevolmente accentuato a pochi centimetri sopra terra, dove appunto si manifestò la ginocchiatura, sia per l'evaporazione della terra, sia per la densità della vegetazione che ritarda la diffusione del vapor d'acqua, e certamente esso agì sfavorevolmente su piante in via di accrescimento e ancora molto sensibili agli stimoli. Altra causa meteorica che forse può essersi unita alla prima, fu l'abbassamento di temperatura che dominò nelle campagne di Padova per quasi l'intero febbraio.

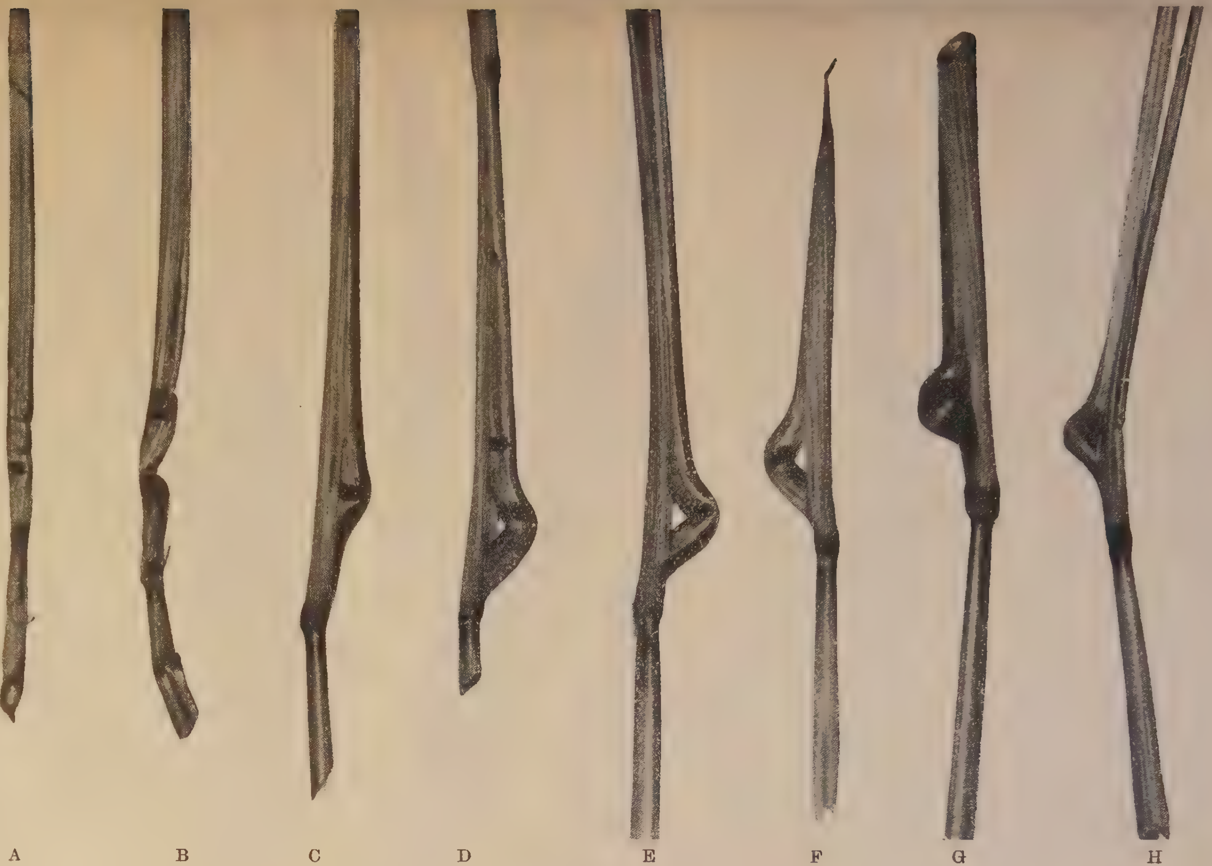


Fig. 1. — Diversi stadii della ginocchiatura del culmo di grano.

Il grano, come risulta anche dalle ricerche di Draghetti [1], pur essendo una specie con spiccatissimi dispositivi xerofitici, quindi particolarmente adatta a stazioni secche, presenta, nelle sue varietà, meravigliose facoltà di adattamento potendo vegetare nei climi più diversi. Tuttavia, come ogni organismo vivente, esso non può oltrepassare determinati limiti senza risentirne danni più o meno gravi nella sua funzionalità. Le deformazioni in esame quindi si debbono in gran parte considerare come le conseguenze dell'avere le colture superato i limiti tollerabili di umidità; conseguenze certamente aggravate da qualche altra causa secondaria.

Allo scopo di ottenere un'eventuale conferma delle ipotesi affacciate circa la causa, ho cercato di riprodurre sperimentalmente l'alterazione allestendo delle colture in vaso che dall'autunno vengono artificialmente sottoposte a condizioni che si avvicinano a quelle dell'ambiente naturale dello scorso anno. Così furono in novembre seminati 4 vasi con due varietà di grano precoce : due di Mentana e due di Edda, a tutti e quattro fu somministrata una concimazione di nitrato di soda in copertura in due volte. Naturalmente i risultati di queste prove non sono ancora visibili ed occorrerà attendere la stagione propizia senza però farsi eccessive illusioni, essendo difficile, in un'esperienza di Laboratorio, tener conto di tutti i fattori, per lo più ignoti, che agiscono in natura.

Una prima serie di ricerche sul materiale deformato fu eseguita per stabilire se una causa predisponente le piante ad un irregolare accrescimento fosse rappresentata da incompleta nutrizione minerale per concimazioni prive di qualche elemento essenziale. A questo proposito fu preso particolarmente in esame il potassio.

Se la pratica delle concimazioni ha avuto, in questi ultimi anni, un notevole sviluppo, avviene tuttavia molto spesso che la concimazione o non è completa o è fatta senza una sufficiente conoscenza della composizione chi-

mica dei vari terreni, cognizione indispensabile per raggiungere buoni risultati. Tuttavia quello che più spesso accade è che gli agricoltori si limitano a somministrare concimi fosfatici e azotati senza curarsi di dare alle colture anche un altro elemento di grande importanza qual'è il potassio. Sotto forma di cloruro o solfato esso viene dato quasi esclusivamente ad alcune piante che notoriamente ne hanno un grande bisogno, come patate, barbabietole, tabacco, ecc., ma rarissimamente lo si dà alle colture cerealicole, cui gioverebbe molto. L'importanza del potassio come elemento indispensabile per tutte le piante è stata chiaramente dimostrata in questi ultimi decenni sia con ricerche di laboratorio, sia con prove in campo. Il potassio aiuta l'assimilazione clorofilliana, è necessario per la formazione degli idrati di carbonio che anzi si formano in rapporto alla quantità di potassio presente, interviene nella sintesi delle sostanze proteiche e facilita la produzione di tessuti meccanici e lignificati. Praticamente poi è stato osservato che, forse per la sua debole radioattività, rende le piante più resistenti agli attacchi di molti parassiti animali e vegetali [6, 9], ed inoltre, per quello che riguarda i cereali, conferisce maggior resistenza fisica per cui le colture sono meno soggette all'allettamento [3] che è una delle cause più gravi di perdita di prodotto.

Le analisi quantitative eseguite sui cereali nei riguardi del potassio hanno messo in evidenza che nelle granella il K_2O varia fra il 0,5 e il 0,7 per cento e nelle paglie fra 0,7 e 1,5 per cento [7]. È facile quindi immaginare come presto si debbano ridurre le riserve di sali di potassio contenuti nei terreni se non se ne apporta, oltre che coi concimi di stalla, anche coi concimi chimici e come presto le colture debbano soffrire di questa riduzione.

Nel caso presente ho appunto ricercato se un eventuale minor contenuto di potassio potesse aver favorito la ginocchiatura.

La ricerca microchimica del potassio fu eseguita sia su sezioni sottili di materiale alterato in confronto con altre di materiale sano, sia su ceneri di fusto ginocchiato comparate con ceneri di paglia sana. Il reagente usato fu il cloruro di platino all'1% che, reagendo con sali di potassio, dà luogo a cristalli ottaedrici, spesso combinati con facce di esaedro, di cloroplatinato di potassio [8]. La reazione su sezioni sottili con la sola aggiunta di cloruro di platino non ha dato risultati completamente soddisfacenti per le piccole quantità di cloroplatinato di potassio formatesi troppo difficilmente individuabili. Metodo molto più conveniente fu quello dell'incenerimento di piccole quantità di paglia che presenta un doppio vantaggio: di permettere di far reagire il cloruro di platino su una maggior quantità di sali di potassio e quindi ottenere cristalli più grossi e ben distinguibili, e secondariamente di eliminare, con l'incenerimento, i composti dell'ammonio che, col cloruro di platino, dànno ugualmente cristalli ottaedrici. Rimangono ancora nelle ceneri alcuni altri sali (quali quelli di rubidio, cesio, ecc.) che reagiscono anch'essi formando cristalli ottaedrici, tuttavia si trovano in così lieve quantità da non alterare in modo apprezzabile i risultati della ricerca.

L'ipotesi del minor contenuto di potassio è stata confermata dalle risultanze delle reazioni microchimiche eseguite. I confronti furono fatti sulla quantità di cristalli di cloroplatinato di potassio prodottisi nelle reazioni di mezzo milligrammo di cenere ottenuta da paglia di grano Mentana sano e da paglia di grano ginocchiato. La quantità di cloroplatinato di potassio contenuta nel mezzo milligrammo di grano ginocchiato è stata da me apprezzata di circa un terzo minore di quella della cenere del controllo, e quindi anche il potassio si deve considerare di un terzo inferiore. Questa valutazione sebbene non sia stata fatta con metodi di grande precisione e con analisi chimiche quantitative, deriva tuttavia da accurate osservazioni, da conteggi del numero dei cri-

stalli e da misurazioni delle dimensioni di essi per cui ritengo che sia molto approssimata. Nel controllo si sono formati, nella reazione, numerosi e grossi cristalli giallo-limone di dimensioni molto uniformi; la maggior parte di essi aveva una lunghezza oscillante fra μ 28 e μ 36, mentre i maggiori, rappresentati per lo più da cristalli sproporzionati, raggiungevano i μ 72 ed i minori μ 2-3.

Dalle ceneri del grano ginocchiato ottenni invece cristalli molto più numerosi ma tutti di dimensioni notevolmente minori; le dimensioni della maggior parte variavano fra 6 e 9 μ, ma molto numerosi erano i cristalli di minima lunghezza (μ 2 circa), mentre la massima lunghezza di μ 40 era rarissima. In genere quindi le dimensioni dei cristalli ottenuti dalle ceneri del grano malato erano di almeno un quarto inferiori a quelle dei cristalli del controllo, e la quantità totale del composto di potassio, non ostante il numero maggiore dei cristalli, inferiore di almeno un terzo.

Le ricerche istologiche per rendere più completa la conoscenza del fenomeno furono eseguite su esemplari deformati in diversi stadii per potere avere, oltre che la visione delle alterazioni morfologiche prodotte, anche il loro susseguirsi dai casi più leggeri a quelli più avanzati.

Negli internodi dei culmi di grano, come delle altre graminacee, si riscontra la caratteristica del rivestimento della porzione inferiore di ciascun internodo per parte della guaina fogliare per un tratto più o meno lungo. Questa caratteristica oltre ad essere stata interpretata come uno dei numerosi adattamenti xerofitici della specie, ha anche una funzione meccanica spiccatissima. Nelle graminacee la porzione basale dell'internodo si mantiene per lungo tempo allo stato meristematico dovendo provvedere all'allungamento dell'internodo e quindi del culmo; ne deriva che tali tessuti embrionali non sono sufficientemente rigidi da sostenere il peso della porzione sovrapposta del culmo, è necessaria perciò la azione della guaina fogliare che è costituita di tessuti

che raggiungono più sollecitamente il loro stadio definitivo e che è fornita di elementi meccanici più abbondanti.

Data questa particolare struttura ci si può facilmente spiegare il presentarsi del fenomeno della ginocchiatura.

L'osservazione macroscopica dei fusti deformati e lo esame delle sezioni longitudinali eseguite nei punti critici, mostrano che l'inizio della ginocchiatura è una doccia trasversale (fig. 1 A, B) che sempre si forma nella metà del culmo volta verso l'interno, mentre contemporaneamente la metà volta verso l'esterno si piega dolcemente a curva convessa, tende ad aprire i due lembi combacianti della guaina fogliare ed esce all'esterno. In questo stadio, dal punto di vista istologico, non si osserva che uno sviluppo lineare dei vasi esterni lievissimamente maggiore di quello dei vasi esterni, e ciò perchè lo sviluppo delle due curve è quasi identico.

Ben presto però l'accrescimento tumultuoso ed oltremodo veloce dell'internodo, dovuto al rapido dividersi delle cellule meristemali della sua base, obbligano l'internodo stesso ad accentuare la curva, per modo che la doccia trasversale interna diventa un vero angolo acutissimo (fig. 1 C, D, E), la curva esterna si trasforma in un angolo di circa 40°, la guaina fogliare si apre in corrispondenza della curvatura ed il culmo ginocchiato fuoriesce completamente dalla guaina.

Mentre l'aspetto dell'alterazione, osservata superficialmente, potrebbe far supporre che il fenomeno dipendesse da differenza di accrescimento nei due lati (esterno ed interno) dell'internodo, un'osservazione più accurata mostra che si ha la ginocchiatura appunto perchè si compie un rapido accrescimento uguale, o quasi, dai due lati e che la piegatura avviene solo perchè la guaina, formata di tessuti più rigidi e suscettibili di minor accrescimento, non può seguire di pari passo lo sviluppo dell'internodo. Infatti se fosse dovuta a differenza di accrescimento difficilmente si sarebbe prodotto un angolo tanto acuto; si sarebbero piuttosto avute due curve sulle due faccie del

culmo ed una notevole differenza nello sviluppo lineare di esse con probabile ipoplasia nella faccia interna.



Fig. 2. — Sezione longitudinale di culmo di grano mostrante uno stadio iniziale della ginocchiatura.

Nei casi più accentuati di ginocchiatura l'asse dell'internodo curvato o piegato non rimane in un unico piano (fig. 1 F, G, H,) ma avviene una lieve torsione dell'ansa inferiore, generalmente verso destra, con relativo spostamento verso destra della corrispondente porzione dell'internodo, mentre contemporaneamente l'ansa superiore viene spinta verso sinistra; raramente ho osservato il contrario. La conseguenza di questi movimenti è che spesso le due anse della curva non sono solo combacianti, ma leggermente sovrapposte e le sezioni longitu-

dinali mostrano due piegature di cui una colpita nel punto mediano, l'altra appena all'inizio (vedi fig. 5).

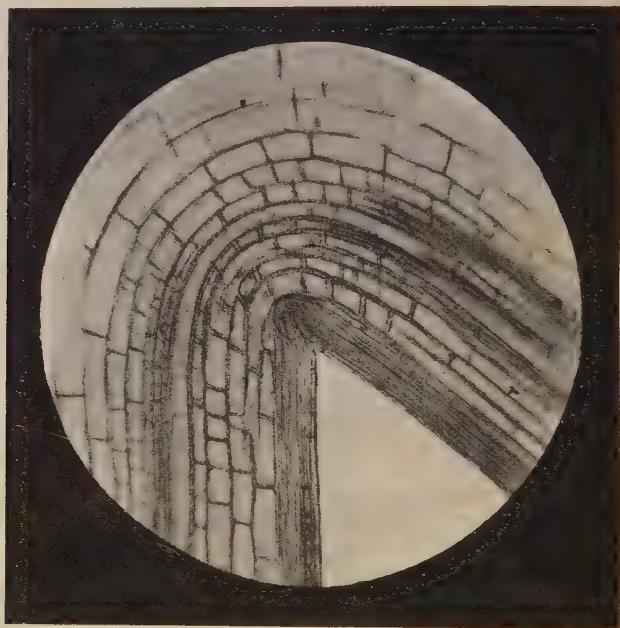


Fig. 3. — Sezione longitudinale di culmo di grano mostrante le modificazioni istologiche prodotte da uno stadio intermedio della ginocchiatura.

La fig. 2 mostra uno degli stadî iniziali della ginocchiatura, nella quale la piegatura interessa ancora soltanto l'epidermide e qualche strato di cellule del parenchima sottoposto, mentre il fascio corrispondente non subisce che una debole curva. La fig. 3 mostra le modificazioni istologiche prodotte da uno stadio di ginocchiatura più avanzato del precedente. Nella fig. 4 è fotografato uno stadio molto più avanzato di ginocchiatura; l'angolo è acutissimo e i due lati combaciano quasi perfettamente; ciò non ostante non vi è frattura e l'angolo acuto è formato solo dai tessuti corticali, mentre il fascio cribrovascolare

immediatamente sottoposto percorre una curva che, sebbene stretta, lascia il diametro interno dei varii elementi sempre costante in tutti i punti, per modo che il passaggio dei liquidi, seppure alquanto ritardato, può

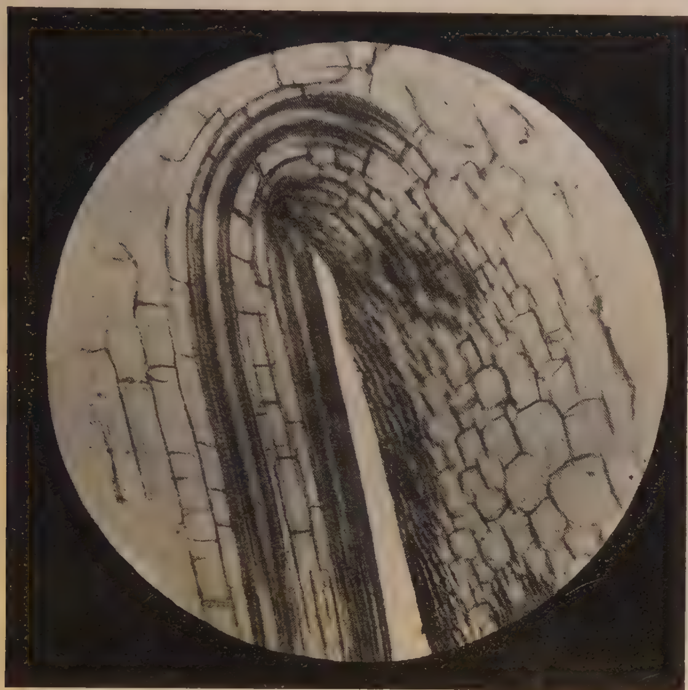


Fig. 4. — Sezione longitudinale di culmo di grano con gli effetti di uno stadio avanzatissimo di ginocchiatura.

avvenire ugualmente. Non mi è mai occorso, nei numerosi esemplari sezionati ed esaminati, anche nei casi più avanzati, di notare una sospensione della funzionalità dei vasi; di modo che la vita della pianta non è compromessa e ciò spiega come, non ostante la frequenza del fenomeno, quasi tutte le piante portarono a maturazione le cariossidi.

Un mezzo per limitare i danni che sarebbero potuti derivare alla pianta dalla piegatura dei fasci e che avreb-

be avuto per conseguenza la cessazione della funzionalità e quindi la morte dell'individuo è stato quello di resistere in modo fisico alla piegatura netta, vale a dire rinforzare i tessuti con sostanze che uniscano alla resistenza un

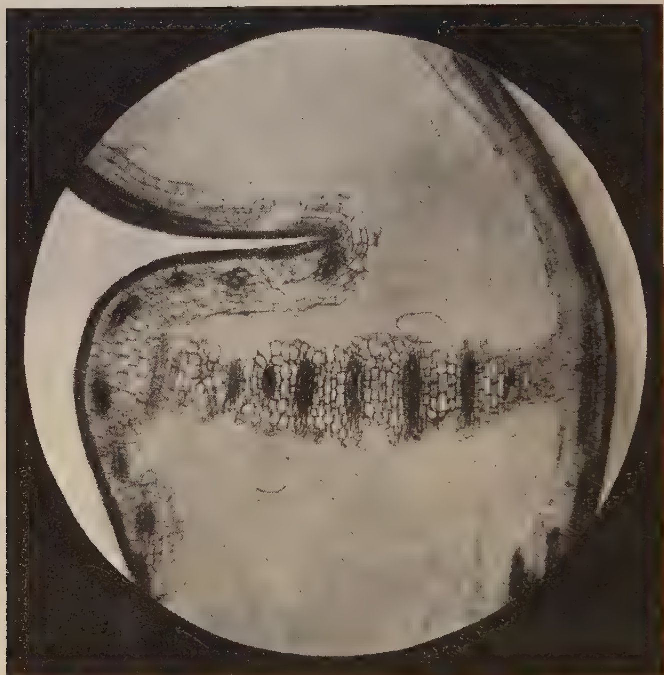


Fig. 5. — Sezione longitudinale di culmo di grano ginocchiato in stadio avanzatissimo, mostrante le due curve di cui è detto a pag. 432.

alto grado di elasticità. Questo è stato ottenuto nei punti deformati con l'aumentare notevolmente gli ispessimenti delle pareti cellulari, in modo particolare del poco parenchima corticale e del limitrofo parenchima fondamentale del cilindro centrale. Con ciò si è avuta una forte reazione alla piegatura e nello stesso tempo una energica protezione ai fasci per garantire l'integrità del loro decorso.

L'esame microchimico delle membrane ha permesso di stabilire che le modificazioni avvenute in esse sono rappresentate prevalentemente da lignificazione come ho potuto mettere facilmente in evidenza con le reazioni caratteristiche della lignina. Gli ispessimenti poi crescono man mano che da una porzione normale di culmo ci si avvicina alla ginocchiatura, raggiungendo il massimo in essa; di più, mentre nei tessuti parenchimatici normali dei campioni in esame vi è una sensibile differenza di spessore fra le pareti trasversali e quelle longitudinali, in corrispondenza della ginocchiatura tale differenza si attenua. Riporto qui alcuni valori medii di spessori di pareti cellulari del parenchima fondamentale sano, ottenuti su dieci misurazioni, di confronto con quelli di pareti cellulari di parenchima fondamentale di zona deformata.

Parenchima fondamentale:

zona normale:	pareti	trasversali	(media)	μ 2,60
» »	»	longitudinali	(»)	μ 3,33
» alterata:	pareti	trasversali	(»)	μ 4,72
» »	»	longitudinali	(»)	μ 5,74

Anche le pareti cellulari del parenchima immediatamente sotto l'epidermide presentano in corrispondenza della curva ispessimenti notevolissimi, con forti deposizioni di lignina, rappresentati dai seguenti valori:

Pareti trasversali:	spessore medio	μ 8,54
» longitudinali:	» »	μ 9.—

Analoghe differenze di spessore sono state osservate confrontando le cellule dei tessuti della zona interna della curvatura con quelle della zona esterna che sono meno ispessite, per di più in quest'ultimo è anche facilmente osservabile che le dimensioni delle cellule sono notevolmente più piccole che quelle della parte interna; senza riportare dati numerici dirò che le interne sono di circa un ottavo maggiori delle esterne.

Il materiale avuto a disposizione, pur essendo stato prontamente fissato all'epoca della raccolta, non ha purtroppo permesso di eseguire un'altra ricerca che sarebbe stata quanto mai interessante. Mi riferisco allo studio del modo come si è comportato nelle divisioni il meristema nodale nel momento della massima attività.

Tuttavia, da quanto si può osservare dai tessuti definitivi derivati da tale meristema e bene evidenti nei pezzi conservati, questa attività non deve essere stata anormale nella modalità di presentazione, ma anormale solo per l'epoca e l'intensità, sarebbe quindi un'anomalia di sviluppo quantitativa e temporale.

Da quanto ho esposto sopra si può concludere che la ginocchiatura del culmo del grano ha avuto per causa determinante le particolari condizioni meteoriche della primavera del 1930, ma che è stata aggravata da condizioni di poca resistenza fisica dei tessuti delle piante dovute principalmente a scarsezza di potassio.

C. SIBILIA.

BIBLIOGRAFIA.

[1] DRAGHETTI A., *Forme e limiti dello xerofitismo nel frumento.* Tip. Valbonesi, Forlì, 1927.

[2] MASTERS M. T., *Pflanzen-Teratologie.* Leipzig, H. Haessel. 1886.

[3] MÜLLER E., *Die Schutzwirkung gegen Krankheiten bei Getreide und Kartoffeln.* « Ernährung der Pflanze », 1928, XXIV., p. 121.

[4] PENZIG O., *Pflanzenteratologie,* II Edizione. Geb. Borntraeger, Berlin, 1922.

[5] PETRI L., *« Ginocchiatura » del culmo del grano.* « Boll. R. Staz. di Pat. veg. », X, N. S., 1, pagg. 113-115, Firenze, 1930.

[6] — *La nutrizione minerale delle piante in rapporto alla predisposizione e alla resistenza di queste a cause patogene.* « Boll. R. Staz. di Pat. veg. », X, N. S., 2, pagg. 121-152, Firenze, 1930.

[7] SCHNEIDEWIND W., *Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.* Berlin, P. Parey, 1928.

[8] TUNMANN O., *Pflanzenmikrochemie,* Borntraeger, pagg. 106-110, 1913.

[9] WEEVERS TH., *Untersuchungen über die Lokalisation und Funktion des Kaliums in der Pflanze.* « Rec. d. Trav. bot. Néerl. », 1911, VIII, pag. 289.

Nuove osservazioni sulla biologia della " Deuterophoma tracheiphila „

Le ricerche effettuate in questo inverno per stabilire con esattezza come avvenga il trasporto a distanza delle picnospore di *Deuterophoma* e come avvenga l'infezione delle foglie, hanno portato un lieve contributo di nuove cognizioni per la soluzione di un simile problema.

È noto per le ricerche precedenti che le spore non escono dai picnidi se questi non sono bagnati dall'acqua, la quale, producendo il rigonfiamento della sostanza mucosa, che proviene dalla modificazione chimica che alla maturità subiscono le membrane ed il contenuto delle cellule sporigene, determina la fuoriuscita del muco insieme alle picnospore, le quali restano riunite per alcun tempo in una massa allungata a forma di cirro. Se la acqua che bagna i picnidi è assai abbondante, questi accumuli di spore vi si disfanno più o meno presto per il diffondersi della sostanza mucosa nell'acqua stessa; se quest'ultima è scarsa ed imbeve solo la parete dei picnidi, i cirri sporiferi restano sulla superficie di questi.

Col disseccamento, simili masse di spore appariscono come un' incrostazione biancastra fortemente aderente alla parete dei picnidi. Anche dopo alcun tempo nè forti correnti d'aria, nè urti violenti riescono a distaccare porzioni di queste incrostazioni, per cui devesi escludere che il trasporto a distanza delle picnospore uscite all'esterno degli organi sporigeni possa essere effettuato dal vento. È risultato invece che dai rametti infetti portanti picnidi, questi ultimi, dopo che l'epidermide si sia in parte lacerata, possono facilmente staccarsi. Co-

sicchè il loro trasporto a distanza mediante il vento è cosa ammissibile senza difficoltà, data la loro leggerezza per le dimensioni estremamente esigue che essi raggiungono (mm. 0,03-0,09 diametro). I picnidi che cadono sopra una foglia si trovano nelle condizioni di poter emettere su questa le loro spore se dell'acqua viene a bagnarli.

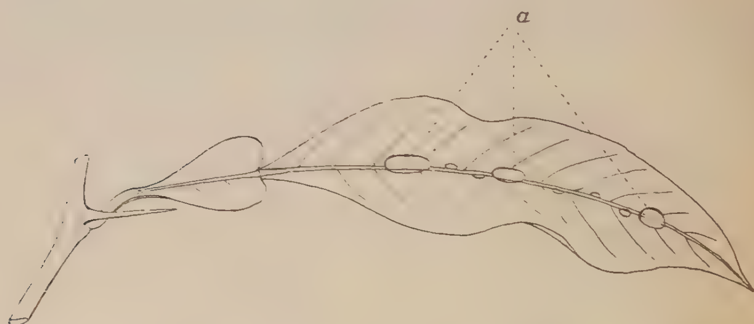


Fig. 1. — Una foglia di arancio amaro disegnata schematicamente per dimostrare dove più comunemente si fermano le gocce di acqua. Quelle più grosse (*a*) possono ricoprire la nervatura mediana, quelle piccole si fermano sui lati della nervatura stessa.

Le foglie degli agrumi, specialmente se giovani, sono comunemente piegate a doccia con la concavità volta verso l'alto e quindi si prestano molto bene ad accogliere corpuscoli microscopici trasportati dalle correnti d'aria, come sono i picnidi di *Deuterophoma*. Non si può certamente escludere che anche le picnospore fuoriuscite dai picnidi possano essere trasportate dai rametti infetti sulle piante circostanti, ma in tal caso si deve ammettere che il trasporto avvenga per opera d'insetti, alle zampe o agli organi boccali dei quali restino aderenti porzioni dei cirri sporiferi. Sino ad ora le osservazioni compiute a un tal riguardo non hanno rivelato alcun fatto che confermi simile possibilità, ma non è improbabile che la ripetizione di siffatte ricerche possa portare a qualche risultato positivo. Comunque avvenga il trasporto a di-

stanza delle spore resta assai difficile spiegare in qual modo avvenga l'infezione delle foglie se i germi infettanti vengono a trovarsi più facilmente sulla pagina superiore, priva, come si ritiene, di stomi.

Il Penzig nei suoi accurati « Studi botanici sugli Agrumi » ha affermato infatti che « la lamina della foglia è coperta, al di sopra, da un'epidermide affatto sprovvista di stomi » (pag. 48) e a pag. 254 torna a confermare un tal fatto con le parole: « le foglie verdi portano stomi solamente sulla faccia inferiore con sola eccezione della *Glycosmis lanceolata*, dove se ne trovano (benchè in scarso numero) anche sull'epifillo ». Il Solereder, nella sua ben nota opera « Systematische Anatomie der Dicotyledonen » non riferisce alcun dato a un tal riguardo. Nelle ricerche effettuate da me recentemente presso l'Osservatorio di S. Teresa (Messina) la presenza di stomi sulla pagina superiore delle foglie di limone, di arancio amaro, di arancio dolce e di mandarino mi è risultata evidentissima in corrispondenza della nervatura mediana, ma solo su questa e non sulla lamina. Siccome la nervatura è leggermente rilevata su quest'ultima, gli stomi si trovano anche su quella porzione di epidermide che corrisponde alla parte superiore esterna dei lati della nervatura. Sopra un millimetro di lunghezza della porzione media della nervatura si possono contare da 28 a 35 stomi. Questi diminuiscono di numero verso l'estremità della nervatura mentre aumentano verso la base fogliare. Non si trovano sopra la porzione del picciuolo priva di lamina. Le dimensioni delle cellule stomatiche sono simili a quelle delle cellule stomatiche dell'epidermide inferiore. La necessità di uno scambio gassoso con l'esterno in questa regione della foglia è determinata forse dal maggiore spessore e compattezza dei tessuti. La microfotografia qui riprodotta (fig. 2) rappresenta una piccola porzione di epidermide superiore staccata in corrispondenza della nervatura mediana di una foglia di arancio amaro. Gli stomi si trovano solo nella zona mediana compresa fra le due

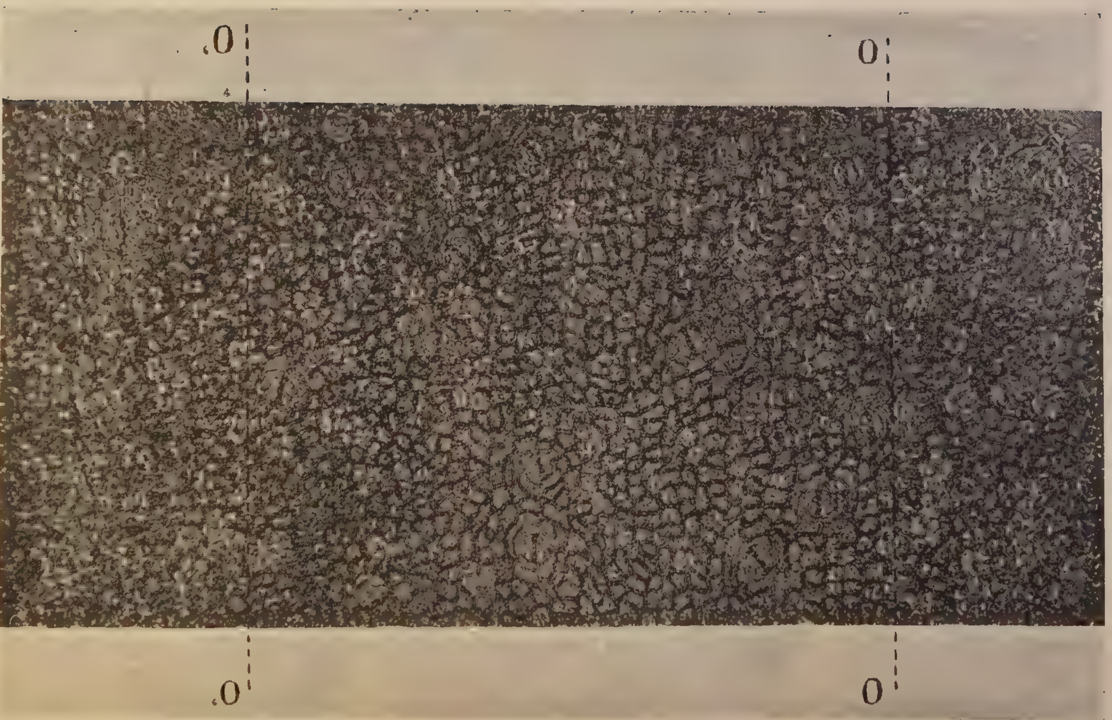


Fig. 2. — Tessuto epidermico della pagina fogliare superiore fotografato in corrispondenza della nervatura mediana, la quale corrisponde, nella microfotografia, alle due linee O e O'. Fra queste due linee si vedono alcuni stomi, mentre essi mancano completamente nelle due porzioni di epidermide al di fuori delle linee O e O'.

linee 0 e 0', che è quella che ricopriva la nervatura. L'esistenza di stomi su questa parte della foglia fa presumere l'esistenza di meati intercellulari assai larghi nel sottostante clorenchima, nel parenchima che circonda i fasci fibrovascolari ed in questi stessi. Nella microfotografia



Fig. 3. — Microfotografia di una sezione trasversa di foglia di arancio amaro in corrispondenza della nervatura mediana. Da O ad O si trovano stomi, i quali però sono più frequenti sulla sommità della nervatura. Le due linee curve indicano le due regioni, ai lati della nervatura, dove più facilmente si possono trovare i corpuscoli trasportati dalle correnti d'aria.

qui unita (fig. 3) e che rappresenta una sezione trasversa di una nervatura mediana, i meati intercellulari si trovano nel clorenchima, nel sottostante parenchima a grosse cellule e fra i gruppi di fibre che circondano la porzione floematica dei fasci vascolari e che quà e là presentano delle interruzioni che permettono la continuità del sistema aerifero dai raggi midollari alle aperture stomati-

che. È ora facilmente concepibile come i picnidi della *Deuterophoma* che restino posati sopra le foglie lungo la nervatura mediana, nelle regioni indicate nella figura dalle due linee curve punteggiate, si trovino nella condizione migliore per emettere le loro spore, a contatto dell'acqua, nell'immediata vicinanza degli stomi situati sui lati della nervatura mediana. Nel caso di grosse gocce che ricoprino un tratto della nervatura, le picnospore vengono a contatto anche degli stomi che si trovano nella zona mediana. Il micelio originato dalle spore, sia sulla superficie esterna dell'epidermide, sia nell'interno della camera stomatica (1), può giungere agli elementi vascolari del legno seguendo i meati intercellulari del clorenchima e del sottostante parenchima, attraversando la parte floematica dei fasci in corrispondenza di un raggio midollare. Se questa è una via possibile di penetrazione del micelio nella nervatura mediana in foglie integre, tuttavia sino ad ora non ho trovato nelle sezioni trasverse di foglie infette la conferma di una simile possibilità. Devesi però riflettere che per infettare una foglia è sufficiente la penetrazione di un unico filamento di micelio che può facilmente sfuggire alla ricerca microscopica non potendosi questa concentrare in un determinato punto della foglia, giacchè nessun sintomo visibile esternamente indica il punto dove l'infezione si è originata. Devo anche aggiungere che le ricerche sono state molto limitate data la stagione invernale, sfavorevole al verificarsi di nuove infezioni.

Più che la ricerca microscopica su le sezioni delle foglie, potranno dare risultati sicuri e dimostrativi le esperienze d' infezione mediante la deposizione, lungo la nervatura mediana, di picnidi di *Deuterophoma*, provocandone l'eiaculazione delle spore con la deposizione

(1) Giacchè è molto probabile che le picnospore per le loro piccole dimensioni possano anche penetrare passivamente nella cavità degli stomi come avviene per alcune infezioni batteriche.

di gocce di acqua nei punti dove i picnidi stessi sono posti. Anche l'atmosfera umida può determinare una parziale fuoriuscita di spore e la loro germinazione sulla superficie della foglia. Apposite esperienze, eseguite in laboratorio, in aria satura di vapor d'acqua hanno dimostrato la possibilità di un simile fatto che ha una grande importanza per spiegare come possa avvenire l'infezione anche senza la caduta della pioggia o della rugiada.

La necessità dell'acqua allo stato liquido sulle foglie concerne la realizzazione più favorevole all'eiaculazione delle picnospore da parte dei picnidi e la distribuzione delle spore stesse sopra una limitata area della superficie fogliare. Senza dubbio anche l'elevato grado di umidità dell'aria determina pure la fuoriuscita delle spore dai picnidi, ma in tal caso la loro distribuzione sulle foglie resta circoscritta al punto in cui il pìcnidio è a contatto della foglia. Questa funzione che l'acqua ha nel determinare l'infezione è dunque assai diversa da quella che comunemente si conosce per molti altri funghi parassiti, le spore dei quali germinano nelle gocce d'acqua che si trovano sulla superficie degli organi aerei della pianta ospite. Nel caso della *Deuterophoma* affinchè quest'ultima funzione dell'acqua potesse compiersi le gocce di acqua dovrebbero rimanere sulle foglie per circa due giorni, giacchè le picnospore impiegano circa 40 ore per germinare alla temperatura di 15-16° C. Non essendo possibile che tanto tempo possano rimanere le gocce d'acqua sulle foglie, si deve escludere che la condizione necessaria perchè l'infezione si verifichi sia la presenza d'acqua liquida nella quale dovrebbe avvenire la germinazione. Questa avviene invece, come è stato detto, nell'aria umida, dopo che l'acqua, la quale ha determinato la fuoriuscita delle picnospore è del tutto evaporata. Solo le picnospore che si trovano in immediata vicinanza di un'apertura stomatica si trovano nelle condizioni di poter introdurre il loro tubo di germinazione nella camera ipo

stomatica, favorite nel rigonfiamento e nella germinazione dal vapor acqueo che esce dagli stomi e durante la notte forse anche dal biossido di carbonio proveniente dal processo della respirazione della pianta (1).

Un'altra regione della foglia che presenta la possibilità di un'infezione da parte della *Deuterophoma* è l'apice, che, nell'arancio amaro specialmente, presenta le estremità delle due terminazioni vascolari della nervatura mediana dotate di grosse e brevi tracheidi che si trovano a breve distanza dagli stomi che nella superficie inferiore della regione fogliare apicale sono assai numerosi. In questa regione le gocce di pioggia o di rugiada possono determinare facilmente la fuoriuscita delle picnospore dai picnidi o frammenti di picnidi che potrebbero esservi trasportati.

Le picnospore che si trovano in acqua contenente l'uno per cento di glucosio presentano un notevole rigonfiamento e la formazione di un tubo di micelio germinante di un grosso diametro in confronto alla larghezza delle picnospore allo stato di riposo (2). Se le picnospore si pongono a germinare in una goccia d'acqua deposta sopra una foglia di limone o di arancio amaro il rigonfiamento è spesso minore di quello suddetto ed il micelio che ne deriva è assai sottile. La germinazione stessa avviene poi in più punti della spora, mentre nella soluzione di glucosio avviene generalmente da uno solo dei due poli. Sulle foglie invece le picnospore germinano spesso dai due poli e da uno di questi con due tubi di micelio. Talvolta un tubo si origina lateralmente. Al massimo si formano 4 tubi

---

(1) Esperienze sull'influenza del biossido di carbonio sulla germinazione delle picnospore di *Deuterophoma* non sono state ancora eseguite e quì si accenna solo all'eventualità di una tale influenza per analogia di quanto è stato constatato per altri funghi (cfr. questo Bollettino, 1929, n.° 3, pag. 235 e 238).

(2) Cfr. questo Bollettino, 1930, pag. 203.

di germinazione. Degno di considerazione è il minimo diametro che presenta il micelio originatosi alla superficie delle foglie. Questi sottili filamenti, specialmente nella loro porzione terminale, non misurano più di μ 0,3-0,4

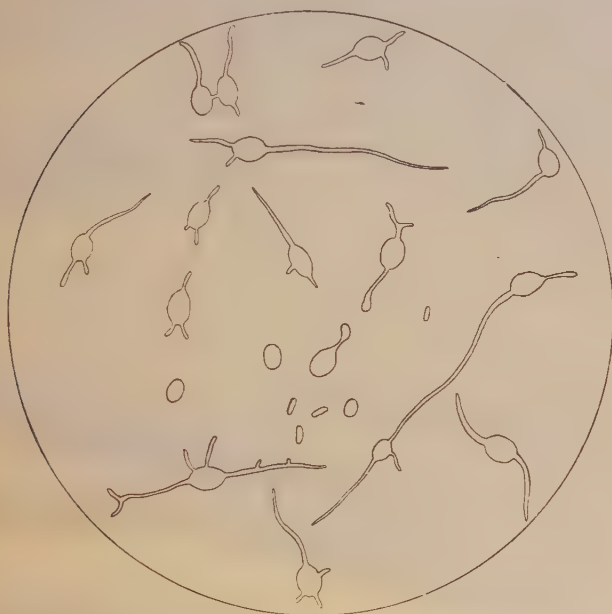


Fig. 4. — Picnospore in germinazione sopra una foglia di limone $\left(\text{Ingr. } \frac{1000}{1}\right)$.

di spessore e nella regione apicale si assottigliano anche sino a μ 0,1-0,2. Non differiscono quindi per le dimensioni e anche per l'aspetto dai filamenti di alcune specie terricole di *Actinomyces*.

Alla temperatura di 12° C., in una goccia d'acqua deposta sopra una foglia di arancio amaro, il micelio originato dalle picnospore presenta diversi gradi di sviluppo, dipendenti dall'energia germinativa delle singole spore.

Al quarto giorno si trovano tubi di germinazione di pochi *micron* di lunghezza come altri lunghi 130 μ e più. Vi sono spore all'inizio della germinazione, altre soltanto rigonfiate ed altre infine restate immodificate avendo perduto probabilmente la facoltà germinativa.

Anastomosi fra tubi di germinazione vicini non sono rare. La formazione di rami laterali nel micelio originato dalle spore avviene sotto l'influenza del substrato. In alcuni casi ho osservato la formazione di un rigonfiamento intercalare da cui si è poi originata una breve e sottilissima ramificazione.

La possibilità che un micelio cosifatto ha di penetrare negli stomi e di insinuarsi nei meati intercellulari dei tessuti sottoepidermici sino alle trachee, apparisce più probabile se si considera la capacità del micelio stesso di potersi sviluppare per alcuni giorni a spese delle sostanze di riserva contenute nella spora e dell'acqua che può trovare fuori o nell'interno dei tessuti.

Non in tutti i casi si ottiene una germinazione come quella descritta deponendo le picnospore sopra le foglie di limone o d'arancio amaro. In non pochi casi il rigonfiamento delle spore avviene nel grado massimo come nell'acqua glucosata. Quali sieno le condizioni particolari, che determinano un rigonfiamento ridotto e la formazione di un micelio molto sottile, devono ancora essere determinate.

Nelle foglie molto giovani, nelle quali il numero degli stomi sulla nervatura mediana è assai piccolo, sembra che la possibilità d'un'infezione della pagina superiore sia molto più difficile a verificarsi. D'altra parte nelle foglie adulte gli stomi della pagina superiore presentano un eccessivo ispessimento della parete delle loro cellule che spesso chiudono del tutto e permanentemente l'apertura. Sarebbero quindi le foglie che hanno quasi raggiunto il completo accrescimento quelle che presenterebbero una maggior probabilità di rimanere infettate.

Come già ebbi occasione di prospettare in una nota precedente (1), il meccanismo di resistenza al *mal secco* forse risulta da proprietà anatomiche e fisiologiche delle foglie più che da proprietà chimiche del contenuto dei vasi del legno, per quanto simili proprietà concorrino a determinare il grado di resistenza (2). Intorno a una simile questione sono in corso numerose ricerche che senza dubbio potranno portare a risultati definitivi. Nella nota presente non possono venir riportati quindi che dei risultati parziali e transitori che servono solo a tracciare la via a nuove ricerche. Così oltre a quanto ho ora riferito, desidero accennare alla probabile influenza che sulla germinazione delle picnospore sopra la superficie fogliare hanno le secrezioni dei tessuti della foglia stessa. Da esperienze preliminari eseguite deponendo acqua e picnospore di *Deuterophoma* sopra foglie di mandarino e di arancio amaro, è risultato che mentre sopra queste ultime la germinazione era già avvenuta dopo 48 ore, nelle prime avvenne con ritardo e per una minore percentuale di spore.

Se questo fatto sarà confermato da altre esperienze non solo per le foglie del mandarino, ma anche per quelle dell'arancio dolce, si dovrà concludere che una o più sostanze ad azione ostacolante la germinazione delle picnospore possono trovarsi sulla superficie fogliare delle piante resistenti.

L. Petri.

(1) Questo Bollettino, 1930, pag. 100-103.
(2) Questo Bollettino, 1930, pag. 353.

Una grave acarinosi del pero
dovuta a " Epitrimerus Piri „ Nal.

Fra le piante coltivate che vanno soggette alle acarinosi le rosacee occupano certamente il primo posto, e fra queste, il pero e il melo sono le piante che più di ogni altra, possono essere attaccate da più specie di acari della famiglia degli eriofidi, i quali causano malattie con sintomi molto varî e diversi.

Sul pero sono state riscontrate tre specie differenti: l'*Eriophyes Piri* Pagst., l'*Epitrimerus Piri* Nal. e il *Phyllocoptes Schlechtendali* Nal.

Il primo, ovunque diffuso e conosciuto, spiega l'azione parassitaria principalmente nell'interno delle foglie, in piccole galle lenticolari, e può infettare tanto il pero come il melo e qualche altra pianta. Gli altri due, della sottofamiglia *Phyllocoptinae*, sono stati segnalati soltanto in alcune località estere; essi sono quindi poco diffusi e producono su gli organi invasi erosioni epidermiche, suberosi, argentatura, peluria anormale, e infine anche disseccamento e caduta delle foglie. Di questi ultimi, l'*Epitrimerus Piri* è stato trovato finora a infettare soltanto il pero, mentre l'altro, il *Phyllocoptes Schlechtendali*, sembra più comune sul melo e comparirebbe sporadicamente sul pero senza causare gravi danni; così hanno osservato nell'America del Nord Parrott, Hodgkiss e Schoene (1) e recentemente in Inghilterra Massee (2), che ha avuto occasione di riscontrare delle estese infezioni di questo acaro nei vivai di melo di Est Malling nel Kent; però tali osservazioni sono in contrasto con quelle fatte da alcuni autori che segnalano la specie

(1) Parrott P. Z., Hodgkiss H. E. and Schoene W. Z., *The Apple and Pear Mites.* « N. Y. Agricolt. Exper. Stat. Geneva N. Y. », Bull. n. 283, pp. 281-318, 10 pl., 1906.

(2) Massee A. M., *An Eriophyid Mite on Apple.* « Bull. Entomolog. Research. », vol. XIX, pp. 203-204, 1 fig., 1928.

esclusivamente sul pero (1) (2) e con quelle ultime del Wissmann (3) che trova in Germania questo *Phyllocoptes* egualmente diffuso e dannoso su numerose varietà di melo e di pero.

Non mi risulta che queste due specie, le quali causano delle malattie con alterazioni pressochè simili, siano state finora riscontrate in Italia.

*
* *

Nell'agosto del corrente anno venni inviato dal Direttore di questa Stazione a visitare i vivai e le piantagioni di pero nella provincia di Ravenna per osservare una malattia indeterminata che da qualche anno — secondo le informazioni del Prof. Marani, direttore della locale Cattedra Ambulante d'Agricoltura — si manifestava con danni piuttosto sensibili nelle coltivazioni di pero.

I germogli terminali apparivano per un buon tratto più scuri e ricoperti di una peluria più abbondante e anormale; talora si presentavano anche appena ingrossati. Le foglie di questi germogli avevano il lembo curvo, spesso argenteo nella pagina inferiore, arido e che si rompeva facilmente fra le mani; il picciolo e la nervatura principale si mostravano irregolari, ruvidi, con l'epidermide screpolata e distaccata.

Nelle sezioni di questi organi si osservava sempre l'epidermide alterata, corrosa, con trigomi piuttosto frequenti e lunghi, con qua e là delle ife fruttifere di *Cla-*

(1) Station entomologique de Paris., *Rapport sur les observations faites en 1895.* « Bull. Minist. Agric. », 1896.

(2) Linsbauer L., *Tätgkeitsbericht des botan. Versuchslaboratoriums f. Pflanzenkrankbeiten am k. k. oenel. pomol. Inst.*, in « Klosternenburg für 1910-11 », 1911.

(3) Wissmann H., *Ueber ein stärkeres Auftreten von freilebenden Gallmilben (Phyllocoptes) an Obstbäumen und über neue natürliche Feinde der Gallmilben aus der Familie der « Cecidomyiden ».* « Zeitsch. f. Pflanzenkrankh. und Pflanz. », Bd. XXXVI, pp. 98-106, 1926.

dosporium e qualche volta anche di *Alternaria* o di altri ifomiceti usualmente saprofiti, favoriti nel loro sviluppo probabilmente dalle sostanze secrete dai giovani tessuti della pianta per la cicatrizzazione delle ferite prodotte dagli acari.

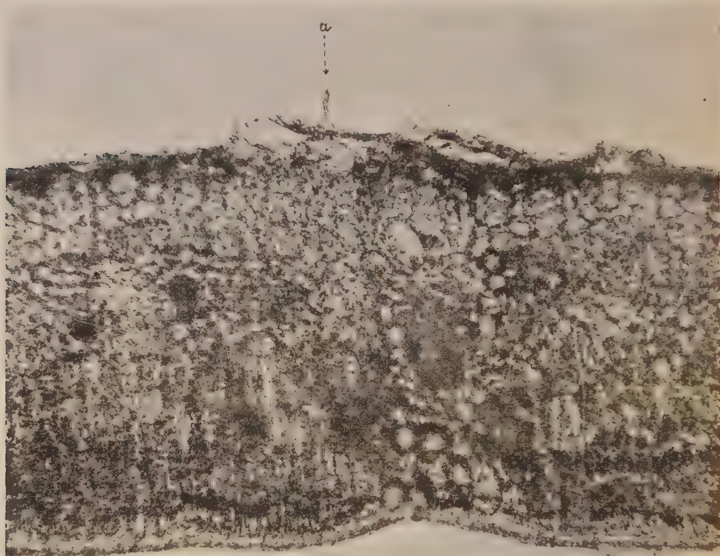


Fig. 1. — Sezione trasversale di una foglia di pero attaccata dall' *Epitrimerus Piri* in corrispondenza dell' epidermide inferiore. In *a* un conidioforo di *Cladosporium herbarum* Link. Microfot. dell' A. × 150.

Raschiando gli organi infetti, non era difficile riscontrare fra i peli degli eriofidi morti, giallastri, oppure scuri con le diverse parti alterate e non ben distinte.

Nel periodo in cui visitai le piantagioni, eravamo già nella seconda quindicina di agosto; la malattia si era arrestata mentre la parte apicale dei rami emetteva nuove foglie sane le quali si distinguevano benissimo dalle sottostanti malate, e per questo, come in altri acarinosi simili dovute a eriofidi i quali ai primi di agosto cessano generalmente di esplicare la loro attività, gli

acari rimasti alla superficie delle foglie e dei rami non dovevano essere più vitali nè ben conservati.

Recentemente però, dal materiale raccolto in quel tempo e conservato in alcool, mi è stato possibile rintracciare sotto qualche brattea delle gemme alcuni gruppetti di individui svernanti nei quali si distinguevano abbastanza bene le diverse parti, sì da permettermi il rilievo dei principali caratteri e specialmente di alcuni particolari che mi hanno reso possibile la determinazione specifica dell'acaro.

Gli individui osservati presentavano sempre il cefalotorace largo e breve, con lo scudo del torace triangolare ad angoli laterali un po' arrotondati e l'anteriore aguzzo prolungato un po' sopra la testa; nel mezzo dello scudo si distinguevano tre linee longitudinali quasi parallele, lievemente convergenti verso la parte anteriore. L'addome era relativamente breve, attenuato verso l' apertura anale, ove terminava con due lobi semicircolari piuttosto larghi muniti di un paio di setole caudali non tanto lunghe; aveva una quarantina di strie trasversali ben rilevate e due solchi longitudinali nella parte superiore, uno per lato, per cui il dorso si presentava carenato. L'addome misurava il massimo diametro trasversale nelle prime strie presso il cefalotorace, e poi andava sempre più attenuandosi in modo che la proiezione delle linee laterali formava quasi un triangolo isoscele.

Le dimensioni degli individui da me osservati oscillano fra i 110 e i 150 μ di lunghezza per 46-50 μ di larghezza in corrispondenza degli angoli laterali del cefalotorace che danno sempre le dimensioni trasversali massime in questa specie di acaro.

Tali caratteri sono propri del genere *Epitrimerus* Nal. delle *Eriophyidae Phyllocoptinae*, e della specie *Epitrimerus Piri* Nal., finora mai riscontrata in Italia. Tale specie venne segnalata nel 1891 nell'Europa Centrale dal Nalepa (1) che la descrisse sotto il nome di *Tegonotus*

(1) Nalepa A., *Anz. K. Akad. Wiss.*, 28, p. 162, Vienna, 1891.

*

Piri Nal. e poi di *Trimerus Piri* Nal. (1) prima di dargli il nome attuale (2); è stata in seguito riscontrata dal Parrott e da qualche altro negli Stati Uniti d'America (3).

Mi limito per ora a segnalare questa speciale acarinosi del pero probabilmente importata di recente con le piante di pero ordinate all'estero, ma che potrebbe anche essere presente da molto tempo e passata inosservata.

Sui frutti di pero sono state di tanto in tanto segnalate delle alterazioni corrispondenti a quelle prodotte da queste acarinosi, riferite a fungilli di non precisata azione parassitaria (4) (5) e non è da meravigliarsi se tali alterazioni fossero dovute proprio a questo acaro o ad altre specie affini di fillocoptini.

Spero di ritornare quanto prima sull'argomento, per fare alcune osservazioni relative alla biologia non ancora ben nota di questa specie, alla possibilità di infezioni di altri fillocoptini su le medesime piante, e allo sviluppo di fungilli saprofiti, al disopra dei tessuti epidermici e subepidermici alterati da acariosi, che sono stati da alcuni autori interpretati come veri agenti parassitari.

M. Curzi.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IX.

Sezioni trasversali della corteccia di giovani rami di pero danneggiati dall' *Epitrimerus Piri*. Al disopra dei tessuti epidermici e ipodermici alterati e morti sono frequenti le fruttificazioni di ifomiceti demaziacei corrispondenti a *Cladosporium herbarum* Link (*A* e *B*) e ad *Alternaria tenuis* Nees (*B* e *C*).

Nella sezione *C* sono ben visibili delle fruttificazioni di *Alternaria tenuis* che nell' aspetto ricordano quelle del *Macrosporium Sydowianum* descritto dal Farneti nell'erpete furfuracea delle pere.

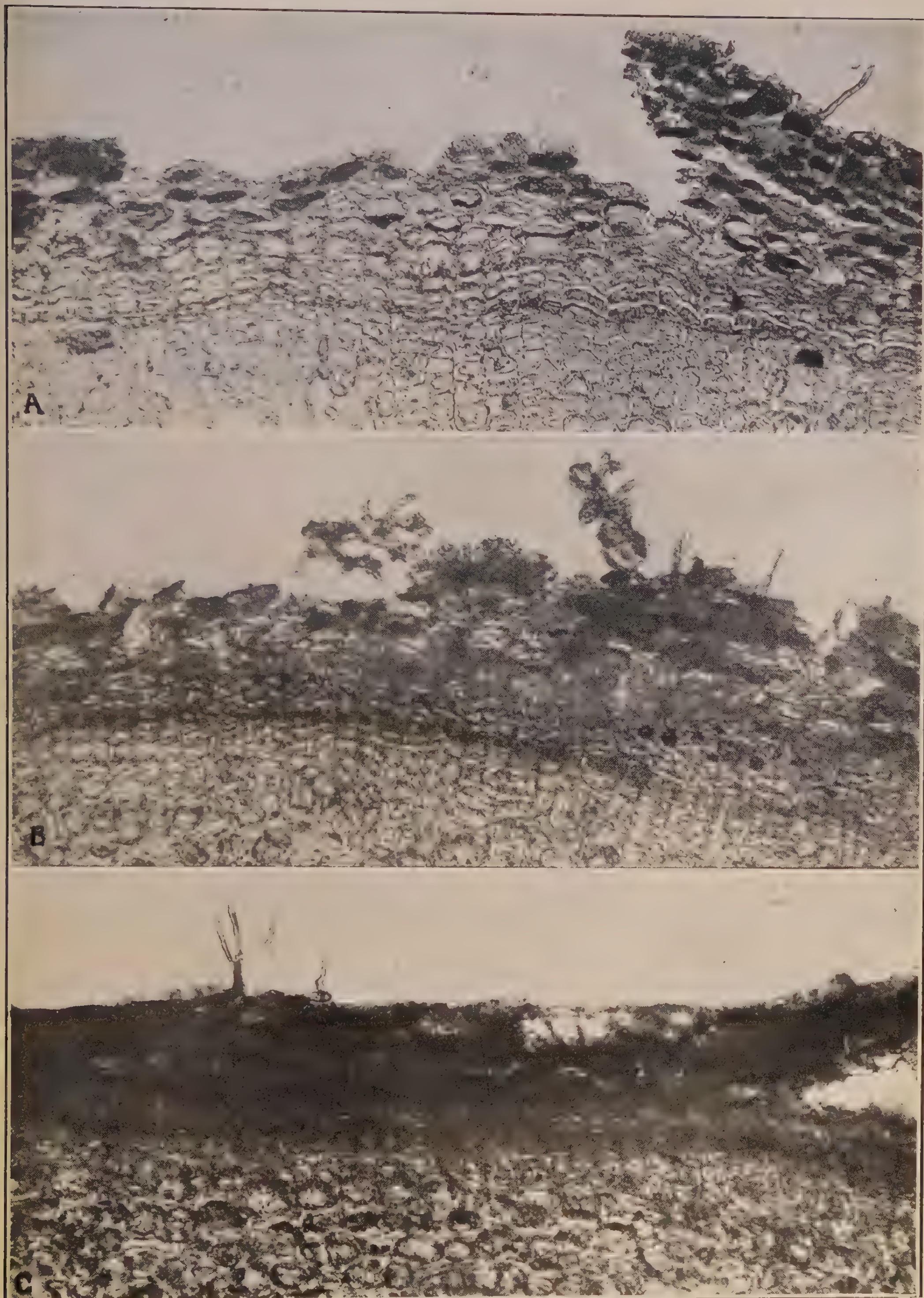
(1) Nalepa A., *Anz. K. Akad. Wiss.*, 29, p. 155, Vienna, 1892.

(2) Nalepa A., *Das Tierreich, Acarina, Eriophyidae,* p. 64.

(3) Memoria citata.

(4) Farneti R., *Erpete furfuracea delle pere « Macrosporium Sydowianum* n. sp. ». « Annales Mycologici », vol. III, pag. 433-436, 5 fig., 1905.

(5) Voglino P., *Erpete furfuracea delle pere « Macrosporium epicarpium* Mac. Alp. ». « Boll. Labor. Sperim. e R. Osserv. Reg. Fitop. », Torino, anno 7, n. 3, pag. 3, 1930.



Autore fot.

M. CURZI. — « *Epitrimerus Piri* » Nal.

INDICE DELL'ANNATA

Lavori originali.

Articoli, Relazioni e Riviste sintetiche.

Recensioni e Necrologi.

Notizie varie.

Indice alfabetico degli Autori.

Altre pubblicazioni del personale della R. Stazione di Patologia vegetale nell'anno 1930.

PETRI L., Direttore della R. Stazione di Patologia vegetale:

Le variazioni a salti (« Saltations ») dei microrganismi ed il loro significato biologico. « Atti del secondo Congresso Nazionale di Microbiologia », Milano 22-23 Marzo 1930.

Un'estesa infezione di *Pythium* su piante di grano. « Rend. R. Acc. Lincei, cl. Sc. fis. mat. e nat. », ser. 6.ª, vol. XI, fasc. 12, pagg. 1066-1068, Roma 1930.

Les expériences faites en Italie pour combattre les rouilles du blé. « XVI Congresso internazionale di Agricoltura di Bucarest, Rapporti e comunicazioni italiane ». L'Universelle, tip. poliglotta, Roma, 1930.

SIBILIA C., Assistente:

Una malattia dell'Olmo nuova per l'Italia. « Il Messaggero agricolo » anno II, n. 51, Roma 1930.

CURZI M., Assistente:

Prime osservazioni su la mutazione di un ifomicete. « Rend. R. Acc. Lincei, cl. Sc. fis. mat. e nat. », ser. 6.ª, vol. XI, fasc. 5, pagg. 506-508, Roma 1930.

Recherches morphologiques et expérimentales sur un hyphomycète thermophile (*Acremoniella thermophila* Curzi): I. Morphologie du Champignon; II. Taxonomie du Champignon. « Boll. della Sez. Ital. d. Soc. Internaz. di Microbiologia », fasc. VIII, Milano 1930.

Recherches morphologiques et expérimentales sur un micromycète thermophile (*Acremoniella thermophila* Curzi): III. Les variations discontinues; IV. L'influence de la temperature sur le développement et sur la selection des souches. « Boll. della Sez. Ital. d. Soc. Internaz. di Microbiologia », fasc. IX, Milano 1930.



Prof. LIONELLO PETRI, *Direttore responsabile*